

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号

特表2003-515974

(P2003-515974A)

(43)公表日 平成15年5月7日(2003.5.7)

(51)Int.Cl.⁷

H 0 4 B 1/04

識別記号

F I

H 0 4 B 1/04

特許コード(参考)

J 5 K 0 6 0

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 50 頁)

(21)出願番号 特願2001-540480(P2001-540480)
(86) (22)出願日 平成11年11月29日(1999.11.29)
(85)翻訳文提出日 平成14年5月29日(2002.5.29)
(86)国際出願番号 PCT/US 99/27986
(87)国際公開番号 WO 01/039451
(87)国際公開日 平成13年5月31日(2001.5.31)

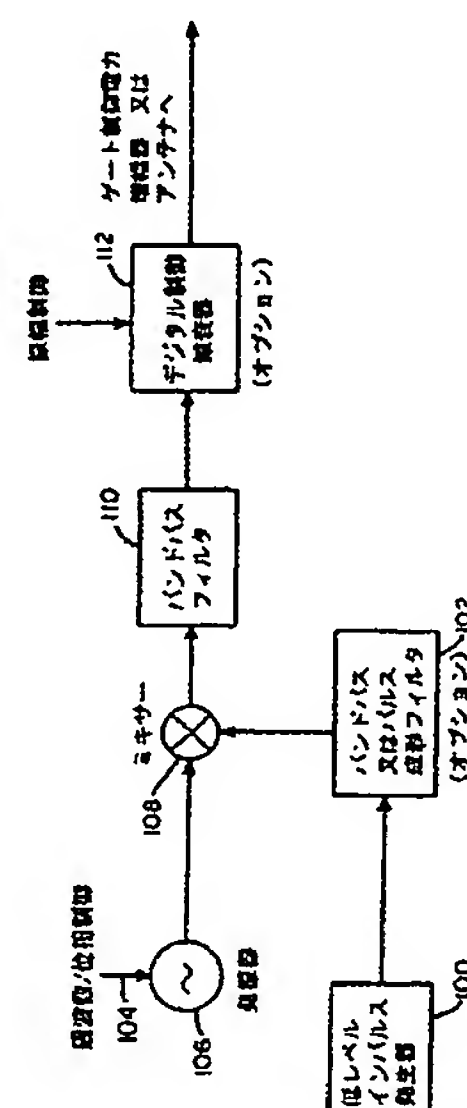
(71)出願人 マルチスペクトラル・ソリューションズ・
インコーポレイテッド
アメリカ合衆国 メリーランド 20874
ジャーマンタウン センチュリー・ブルヴ
ァード 20300 スイート 175
(72)発明者 フォンタナ, ロバート, ジェイ
アメリカ合衆国 メリーランド 20854
ボトマック スウェインズ・クリーク・コ
ート 11403
(74)代理人 弁理士 北村 修一郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超広帯域データ伝送システム

(57)【要約】

超広帯域(UWB)パルスの、位相、周波数、バンド幅、振幅および/又は減衰を調節および/又は変調する波形適応式トランスミッタ。前記トランスミッタは、UWB信号を、通信、測位、および/又はレーダ用途用に、スペクトル限界内に帯域制限する。一実施例は、低レベルUWB源(たとえば、インパルス発生器(100)、又は時間ゲート発振器(106))と、波形アダプタ(たとえば、デジタル又はアナログフィルタ(102)、パルス成形器、および/又は電圧可変減衰器(112))と、電力増幅器と帯域制限および/又は変調UWB信号を放射するアンテナ、とを有する。前記発振器がゼロ周波数を有してDCバイアスを出力する特殊な場合、低レベルインパルス発生器がバンドパスフィルタをインパルス励起して調節可能な中心周波数と、そのフィルタの特性に基く所望のバンド幅を有するUWB信号を生成する。前記UWBトランスミッタは、極めて高いパルス繰返し周波数と、毎秒数百メガビットかそれ以上のデータレートと、所望の場合には周波数ホッピングを可能にするパルス・ツー・パルスベースでの周波数アジリ



【特許請求の範囲】

【請求項1】 超広帯域信号の表象(representations)を放射するトランスミッタであって、当該トランスミッタは、

高速低レベル超広帯域パルス列を発生するスイッチトインパルス発生器と、
前記低レベル超広帯域パルスに応答する波形アダプタと、当該波形アダプタは、
前記低レベルパルスの中心周波数を規定するフィルタを備え、そして、
前記波形アダプタに応答して前記超広帯域信号の表象を放射するアンテナと、
を有する。

【請求項2】 請求項1のトランスミッタであって、
前記波形アダプタは、更に、前記低レベルパルスのバンド幅を規定する。

【請求項3】 選択可能な中心周波数とバンド幅とを有する超広帯域信号を発生する信号発生器と、前記信号発生器に応答して前記超広帯域信号の表象を放射するアンテナとを備える超広帯域トランスミッタであって、前記発生器は、

発振器と、
前記発振器の出力をゲート制御するための低レベルインパルス信号を発生する低レベルインパルス発生器と、

前記発振器の前記出力を受けるRFポート入力と前記低レベルインパルス発生器の出力を受けるXポート入力とを備えるミキサーと、そして、

前記ミキサーから出力された信号を、伝送用の増幅レベル信号へ増幅する増幅器と、を有し、

前記増幅レベル信号は、前記発振器の少なくとも一つの特性に基く、中心周波数とバンド幅とを有する。

【請求項4】 選択可能な中心周波数を有する超広帯域信号を発生する信号発生器と、前記信号発生器に応答して前記超広帯域信号の表象を放射するアンテナとを備える超広帯域トランスミッタであって、前記信号発生器は選択可能なバンド幅を有する超広帯域信号を発生するとともに、

発振器と、
前記発振器の出力をゲート制御するための低レベルインパルス信号を発生する低レベルインパルス発生器と、

前記低レベルインパルス信号によってインパルス励起されるフィルタと、
前記フィルタから出力される信号を増幅するバッファ増幅器と、
前記発振器の前記出力を受けるRFポート入力と、前記バッファ増幅器の出力
を受けるXポート入力とを備えるミキサーと、
前記超広帯域信号の伝送の前に、前記ミキサーからの超広帯域出力をフィルタ
リングするバンドパスフィルタと、そして、
前記バンドパスフィルタから出力された信号を、伝送用の増幅レベル信号へ増
幅する増幅器と、を有し、
前記増幅レベル信号は、前記発振器の少なくとも一つの特性と、前記フィルタ
の少なくとも一つの特性とに基く、中心周波数とバンド幅を有する。

【請求項5】 請求項4の超広帯域トランスミッタであって、前記フィルタ
の前記少なくとも一つの特性は、
中心周波数と、
バンド幅と、
帯域外排除と、そして、
スカートレスポンスと、から成るグループから選択される。

【請求項6】 請求項4の超広帯域トランスミッタであって、
前記発振器は電圧制御発振器であり、そして、
前記超広帯域トランスミッタの周波数ホッピングを行うべく、前記発振器の周
波数は複数の周波数間で選択可能である。

【請求項7】 請求項4の超広帯域トランスミッタであって、前記増幅器へ
の電力は、前記フィルタから出力される前記信号のタイミングと同期してゲート
制御される。

【請求項8】 請求項4の超広帯域トランスミッタであって、更に、
前記超広帯域信号にデータをエンコードするように構成、配置されたデータエ
ンコードを有する。

【請求項9】 請求項8の超広帯域トランスミッタであって、
前記データは、毎秒100メガビット以上のレートでエンコードされる。

【請求項10】 選択可能な中心周波数とバンド幅とを有する超広帯域信号

を発生する信号発生器と、前記信号発生器に応答して前記超広帯域信号の表象を放射するアンテナとを備える超広帯域トランスミッタであって、前記信号発生器は、

発振器と、

前記発振器の出力をゲート制御するための低レベルインパルス信号を発生する低レベルインパルス発生器と、

前記低レベルインパルス発生器から出力される信号を増幅する電圧制御バッファ増幅器と、

前記発振器の前記出力を受けるRFポート入力と、前記バッファ増幅器の出力を受けるXポート入力とを備えるミキサーと、

前記超広帯域信号の伝送の前に、前記ミキサーからの超広帯域出力をフィルタリングするバンドパスフィルタと、そして、

前記バンドパスフィルタから出力された信号を、伝送用の増幅レベル信号へ増幅する増幅器と、を有し、

前記増幅レベル信号は、前記発振器の少なくとも一つの特性に基く中心周波数と、前記低レベルインパルス信号と前記電圧制御バッファ増幅器への制御電圧との少なくとも一つの特性に基くバンド幅と、を有する。

【請求項11】 請求項10の超広帯域トランスミッタであって、

前記増幅器への電力は、前記フィルタから出力される前記信号のタイミングに一致してゲート制御される。

【請求項12】 請求項10の超広帯域トランスミッタであって、

前記発振器は電圧制御発振器であり、そして、

前記超広帯域トランスミッタの周波数ホッピングを行うべく、前記発振器の前記周波数は複数の周波数間で選択可能である。

【請求項13】 請求項10の超広帯域トランスミッタであって、

前記増幅器への電力は、前記フィルタから出力される前記信号のタイミングに対応してゲート制御される。

【請求項14】 請求項10の超広帯域トランスミッタであって、更に、

前記超広帯域信号にデータをエンコードするように構成、配置されたデータエン

コードを有する。

【請求項15】 請求項14の超広帯域トランスミッタであって、
前記データは、毎秒100メガビット以上のレートでエンコードされる。

【請求項16】 超広帯域信号の表象を放射するトランスミッタであって、
低レベル信号を発生する発振器と、
前記発振器の出力のサブ・ナノ秒帯域時間部分をゲート制御し、これによって、
低レベル時間ゲート制御超広帯域信号を生成する時間ゲートと、
前記時間ゲート制御超広帯域信号は、前記発振器の周波数に一致する中心周波数を有し、
前記時間ゲート制御超広帯域信号に応答して増幅出力を生成する増幅器と、そして、
前記増幅出力に応答して前記超広帯域信号の表象を放射するアンテナと、を有する。

【請求項17】 請求項16のトランスミッタであって、前記時間ゲートは、
前記発振器の前記出力の前記小時間部分をゲート制御する、一対の直列に連結された連続ファイアドon-off及びoff-onトランジスタスイッチを有する。

【請求項18】 請求項16のトランスミッタであって、
前記時間ゲート制御超広帯域信号は、前記発振器の前記出力の前記ゲート制御時間部分のパルス幅に基くバンド幅を有する。

【請求項19】 請求項18のトランスミッタであって、
前記時間ゲート制御発振器信号の前記バンド幅は、前記発振器の前記出力の前記ゲート制御時間部分の前記パルス幅に反比例する。

【請求項20】 請求項16のトランスミッタであって、
前記発振器は電圧制御発振器から構成され、そして、
前記発振器の前記周波数は、前記超広帯域トランスミッタの周波数ホッピングを行うべく、複数の周波数間で変更可能である。

【請求項21】 請求項16のトランスミッタであって、

前記増幅器への電力は、前記時間ゲート制御発振器信号の前記ゲート制御時間部分のタイミングに一致してゲート制御される。

【請求項 22】 請求項 16 のトランスミッタであって、更に、
前記時間ゲート制御発振器信号にデータをエンコードするように構成、配置されたデータエンコーダを有する。

【請求項 23】 請求項 22 の超広帯域トランスミッタであって、
前記データは、毎秒 100 メガビット以上のレートでエンコードされる。

【請求項 24】 所望の中心周波数を有する超広帯域信号の表象を放射する方法であって、前記方法は、

前記超広帯域信号の所望の中心周波数に一致する周波数を有する低レベル信号を発生させ、

前記低レベル信号をインパルスゲート制御してディスクリート超広帯域パルス列を発生させ、前記インパルスゲート制御は約 5 ナノ秒以下であり、

前記ディスクリートパルスを波形適合して波形適合出力を生成し、そして、
前記波形適合出力をアンテナに提供して超広帯域信号の表象を放射する、工程を有する。

【請求項 25】 請求項 24 の超広帯域信号を発生する方法であって、
前記低レベルインパルスゲート制御は、1 ナノ秒以下である。

【請求項 26】 請求項 24 の、中心周波数を有する超広帯域信号を発生する方法であって、更に、

前記インパルスゲート制御工程後に、前記超広帯域パルスを所望の電力レベルへ増幅し、そして、

前記増幅パルスを前記キャリア周波数で放射する、工程を有する。

【請求項 27】 請求項 24 の、中心周波数を有する超広帯域信号を発生する方法であって、更に、

前記信号の前記周波数を、パルス毎に調節する、工程を有する。

【請求項 28】 中心周波数を有する超広帯域信号を発生する方法であって、
前記超広帯域信号の所望の中心周波数に一致する周波数を有するソース信号を

発生させ、

前記ソース信号を時間ゲート制御してディスクリートパルス列を発生させ、前記時間ゲート制御は約5ナノ秒以下であり、

前記ディスクリートパルス列を波形適合して、その周波数又はバンド幅が、前記ソース信号のフィルタリング、ミキシング、マルチレベル減衰、パルス成形の内の少なくとも一つによって決められる波形適合出力を生成し、そして、

前記波形適合出力をアンテナに供給する、工程を有する。

【請求項29】 請求項27の、超広帯域信号を発生する方法であって、前記時間ゲート制御は1ナノ秒以下である。

【請求項30】 請求項28の、中心周波数を有する超広帯域信号を発生する方法であって、更に、

前記超広帯域信号を増幅して、所望の電力レベルの増幅超広帯域信号を生成し、そして、

前記増幅超広帯域信号を前記中心周波数で放射する、工程を有する。

【請求項31】 請求項27の、キャリア周波数を有する超広帯域信号を発生する方法であって、更に、

前記信号の前記周波数をパルス毎に調節する、工程を有する。

【請求項32】 超広帯域トランスミッタを有する測距装置であって、当該測距装置は、

選択可能なキャリア周波数を有する超広帯域信号を発生する信号発生器と、

前記信号発生器に応答して、前記超広帯域信号を表わす信号を放射するアンテナと、そして、

前記放射超広帯域信号を受けるレシーバと、を有する。

【請求項33】 超広帯域トランスミッタを利用した通信システムであって、前記超広帯域トランスミッタは、

選択可能なキャリア周波数を有する超広帯域信号を発生する信号発生器と、

前記信号発生器に応答して、前記超広帯域信号の表象を放射するアンテナと、そして、

前記放射超広帯域信号を受けるレシーバと、を有する。

【請求項 3 4】 トランスミッタを備えた信号通信装置であって、当該信号通信装置は、

ディスクリート低レベル超広帯域パルス列を発生するスイッチトインパルス発生器と、

前記低レベル超広帯域パルスに応答し、前記超広帯域パルスの中心周波数とバンド幅とを規定する、波形アダプタと、

前記中心周波数は、前記超広帯域信号の、周波数ミキシング及びフィルタリングのいずれかによって決定され、そして、

前記波形アダプタに응答して、前記超広帯域信号の表象を放射するアンテナと、を有する。

【請求項 3 5】 超広帯域伝送技術を利用して対象物を検出する方法であって、当該方法は、

選択可能なキャリア周波数を有する超広帯域信号を発生する信号発生器と、

前記信号発生器に응答して、前記超広帯域信号を表わす信号を放射するアンテナと、そして

前記放射超広帯域信号を受けるレシーバと、を有する。

【請求項 3 6】 超広帯域技術を使用してデータを伝送する方法であって、当該方法は、

UWB インパルス発生器又はパルス励起発振器のいずれかを使用して UWB 信号パルス列を発生させ、

前記 UWB 信号パルス列を変調するためのデータエンコーダを提供し、

前記データエンコーダを用いて前記信号パルス列を変調する波形アダプタを提供し、ここで、前記変調は、データの表象に応じた、パルス間周波数変更、パルス間位相シフト、及びマルチレベル減衰の少なくとも一つであり、前記変調は、位相、バンド幅、周波数、振幅、及び減衰のいずれか一つを制御し、波形を前記信号パルスに適合させることによって達成され、

前記変調信号パルスをアンテナに供給し、そして、

前記変調パルスを選択可能な中心周波数で伝送する、工程を有する。

【請求項 3 7】 超広帯域トランスミッタであって、

選択可能な中心周波数を有する超広帯域信号を発生する信号発生器と、当該信号発生器は、

低レベルインパルス信号を発生する低レベルインパルス発生器と、

前記低レベルインパルス信号によってインパルス励起されるフィルタと、を有し、そして、

前記フィルタから出力された信号を伝送用の増幅レベル〔超広帯域〕信号へ増幅する増幅器、前記増幅レベル〔超広帯域〕信号の中心周波数とバンド幅とは、前記フィルタの少なくとも一つの特性に基いて選択可能であり、そして、

前記信号発生器に応答して、前記超広帯域信号の表象を放射するアンテナと、を有する。

【請求項38】 請求項37の超広帯域トランスミッタであって、

前記増幅器への電力は、前記フィルタから出力される前記信号のタイミングに一致してゲート制御される。

【請求項39】 デジタルデータを表わすUWBデータ信号列を有する帯域制限超広帯域データ伝送の方法であって、当該方法は、

所与の振幅の低レベルインパルススイッチト超広帯域パルス列を発生させ、

前記低レベル超広帯域パルスをフィルタリングして、帯域制限スペクトル域に規制されたUWB信号を生成し、

デジタルデータに応じて前記低レベルUWB信号の振幅を変調し、これによって、振幅変調UWBデータ信号を生成し、そして、

前記振幅変調UWBデータ信号をアンテナに供給する、工程を有する。

【請求項40】 請求項39の方法であって、更に、前記供給工程の前に、前記振幅変調UWBデータ信号を増幅する工程を有する。

【請求項41】 デジタルデータを表わすUWB信号列を有する超広帯域データ伝送の方法であって、当該方法は、

低レベルインパルススイッチト超広帯域パルス列を発生させ、

前記低レベルインパルススイッチト超広帯域パルスを波形適合してスペクトル域に規制されたUWB信号を生成し、

デジタルデータに応じて前記スペクトル域に規制された前記低レベルインパル

ススイッチトUWB信号を変調し、これによって、データ保有UWB信号を生成し、そして、

前記データ保有UWB信号をアンテナに供給する、工程を有する。

【請求項42】 請求項41の方法であって、更に、前記供給工程の前に、前記データ保有UWB信号を増幅する工程を有する。

【請求項43】 デジタルデータを表わすUWBデータ信号列を有する帯域規制超広帯域データ伝送の方法であって、当該方法は、

低レベルインパルススイッチト超広帯域パルス列を発生させ、

前記インパルススイッチト超広帯域パルスをフィルタリングして、位相を有し、帯域規制スペクトル域内に規制されたUWB信号を生成し、

デジタルデータに応じて前記UWB信号の前記位相を変調し、これによって、位相変調UWBデータ信号を生成し、そして、

前記位相変調UWBデータ信号をアンテナに供給する、工程を有する。

【請求項44】 請求項43の方法であって、更に、前記供給工程の前に、前記位相変調UWBデータ信号を増幅する工程を有する。

【請求項45】 デジタルデータを表わすQAM変調UWBデータ信号を生成する方法であって、当該方法は、

低レベル信号を発生するマイクロ波発振器を提供し、

前記低レベル信号を数ナノ秒～サブ・ナノ秒の間隔で時間ゲート制御して時間ゲート制御UWB信号出力を発生させ、

デジタルデータに応じて前記時間ゲート制御UWB信号出力を位相及び振幅の少なくとも一つに於いて変調し、これによって、データ変調出力を発生させ、そして、

前記データ変調出力をアンテナに供給し、これによって、デジタルデータを表わすQAM変調UWBデータ信号を放射する、工程を有する。

【請求項46】 請求項45の方法であって、更に、前記供給工程の前に、前記データ変調出力を増幅する工程を有する。

【請求項47】 デジタルデータを表わすPSK変調UWBデータ信号を生成する方法であって、当該方法は、

低レベル信号を発生するマイクロ波発振器を提供し、
前記低レベル信号を数ナノ秒～サブ・ナノ秒の間隔で時間ゲート制御してUWB信号出力を発生させ、

デジタルデータに応じて前記UWB信号出力をPSK変調し、これによって、
変調UWB信号出力を発生させ、

前記変調UWB信号出力をアンテナに供給し、これによって、デジタルデータを表わすPSK変調UWBデータ信号を放射する、工程を有する。

【請求項48】 請求項47の方法であって、更に、前記供給工程の前に、
前記変調UWB信号出力を増幅する工程を有する。

【請求項49】 デジタルデータを表わすM元変調UWBデータ信号を生成する方法であって、当該方法は、

規定中心周波数を有する低レベル信号を発生するマイクロ波発振器を提供し、
前記低レベル信号を時間ゲート制御して、数ナノ秒～サブ・ナノ秒の持続時間のゲート制御出力を生成し、当該ゲート制御出力は、前記発振器の周波数に一致する中心周波数を有し、

デジタルデータに応じて前記ゲート制御出力を、位相、マルチレベル振幅、及び周波数の少なくとも一つに於いて変調し、そして、

前記変調工程の前記ゲート制御出力をアンテナに供給する、工程を有する。

【請求項50】 請求項49の方法であって、更に、前記供給工程の前に、
前記ゲート制御出力を増幅する工程を有する。

【請求項51】 デジタルデータを表わすM元変調UWBデータ信号を生成する方法であって、当該方法は、

周波数を有する低レベルミリメートル波信号を発生する電圧制御発振器を提供し、

前記ミリメートル波信号を時間ゲート制御して、数ナノ秒～サブ・ナノ秒の持続時間のゲート制御出力を生成し、

デジタルデータに応じて前記電圧制御発振器の前記周波数を制御し、これによって、時間ゲート制御、周波数変調UWBデータ信号を生成し、そして、

前記時間ゲート制御、周波数変調UWBデータ信号をアンテナに供給する、工

程を有する。

【請求項52】 請求項51の方法であって、更に、前記供給工程の前に、前記時間ゲート制御、周波数変調UWBデータ信号を増幅する工程を有する。

【請求項53】 デジタルデータを表わすUWB信号列を伝送する、帯域制限超広帯域データ伝送システムであって、当該システムは、

低レベル超広帯域信号列を発生するスイッチトインパルス発生器と、

前記低レベル超広帯域信号を帯域規制して、それぞれが所与のスペクトル域内に規制された複数のサイクルを有する、ミリメートル波信号列を生成するフィルタと、

デジタルデータに応じて前記ミリメートル波信号の振幅を変調するデータモジュレータと、そして、

前記データモジュレータにตอบสนองしてデジタルデータを表わすUWB信号を放射するアンテナと、を有する。

【請求項54】 請求項53の、帯域制限超広帯域データ伝送システムであって、更に、前記ミリメートル波信号を増幅する増幅器を有する。

【請求項55】 デジタルデータを表わす信号列を伝送する、位相変調超広帯域伝送システムであって、当該システムは、

低レベル超広帯域信号列を発生するスイッチトインパルス発生器と、

前記低レベル超広帯域信号を帯域規制して、それぞれが所与のスペクトル域内に規制された複数のサイクルを有する、ミリメートル波信号列を生成するフィルタと、

デジタルデータに応じて前記ミリメートル波信号列の位相を変調するモジュレータと、そして、

前記モジュレータにตอบสนองしてデジタルデータを表わす信号を放射するアンテナと、を有する。

【請求項56】 請求項55の、位相変調超広帯域データ伝送システムであって、更に、前記モジュレータにตอบสนองする増幅器を有する。

【請求項57】 デジタルデータを表わすUWB信号列を伝送する、UWBデータ伝送システムであって、当該システムは、

低レベル超広帯域信号列を発生するスイッチトインパルス発生器と、
前記低レベル超広帯域信号を波形適合して、それぞれが所与のスペクトル域内に規制された複数のサイクルを有する、ミリメートル波信号列を生成する波形アダプタと、当該波形アダプタは、デジタルデータに応じて、前記ミリメートル波信号の、中心周波数、振幅、及び位相の内の少なくとも一つを制御し、そして、
前記データモジュレータにตอบสนองして、デジタルデータを表わすUWB信号を放射するアンテナと、を有する。

【請求項58】 請求項57のUWBデータ伝送システムであって、更に、前記波形アダプタにตอบสนองする増幅器を有する。

【請求項59】 デジタルデータを表わすUWB信号列を伝送する、UWBデータ伝送システムであって、当該システムは、

低レベル超広帯域信号列を発生するスイッチトインパルス発生器と、
前記低レベル超広帯域信号を帯域規制して、それぞれが所与のスペクトル域内に規制された複数のサイクルを有するミリメートル波信号列を生成する波形アダプタと、
デジタルデータに応じて前記ミリメートル波信号を変調するデータモジュレータと、そして、
前記データモジュレータにตอบสนองして、デジタルデータを表わすUWB信号を放射するアンテナと、を有する。

【請求項60】 請求項59のUWBデータ伝送システムであって、更に、前記データモジュレータにตอบสนองする増幅器を有する。

【請求項61】 デジタルデータを表わす信号列を伝送するQAM変調UWBデータ伝送システムであって、当該システムは、

低レベル信号を発生するマイクロ波発振器と、
前記発振器の数ナノ秒～サブ・ナノ秒出力を生成する時間ゲートと、
前記時間ゲートの前記出力を、位相、中心周波数、及び振幅の内の少なくとも一つに於いて変調するデータモジュレータと、
前記データモジュレータにตอบสนองして増幅出力を生成する増幅器と、そして、
前記増幅出力にตอบสนองして、デジタルデータを表わす信号を放射するアンテナと

、を有する。

【請求項62】 デジタルデータを表わす信号列を伝送するP S K変調UWBデータ伝送システムであって、当該システムは、

低レベル信号を発生するマイクロ波発振器と、

前記低レベル信号からの数ナノ秒～サブ・ナノ秒出力をゲート制御する時間ゲートと、

デジタルデータに応じて前記時間ゲートの前記出力の位相をシフトするデータモジュレータと、

前記データモジュレータに応答して増幅出力を生成する増幅器と、そして、

前記増幅出力に応答して、デジタルデータを表わすP S K変調UWB信号を放射するアンテナと、を有する。

【請求項63】 デジタルデータを表わす短いデータ保持信号列を伝送する、M元変調UWB信号トランスミッタであって、当該トランスミッタは、

低レベル信号を発生するマイクロ波発振器と、

前記発振器の数ナノ秒～サブ・ナノ秒出力をゲート制御して、位相、振幅、バンド幅及び中心周波数の内の少なくとも一つを有する信号を生成する時間ゲートと、

デジタルデータに応じて、前記時間ゲートの前記出力を、位相、バンド幅、マルチレベル振幅、及び中心周波数の内の少なくとも一つに於いて変調するデータモジュレータと、

前記データモジュレータに応答して、増幅出力を生成する増幅器と、そして、

前記増幅出力に応答して、M元変調UWB信号を放射するアンテナと、を有する。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、超広帯域通信システムの分野に関する。詳しくは、本発明は、超広帯域電磁パルスの制御された伝送に関する。

【0002】

レーダ用と通信用の両方の超広帯域（UWB）システムは、従来、超短持続時間のパルス（通常は、数10ピコ秒から数ナノ秒の持続時間）が、直接、アンテナに供給され、次に、アンテナが、その特性インパルスレスポンスを放射するインパルス又はショック励起トランスミッタ技術に利用されてきた。この理由に依り、UWBシステムは、しばしば、「インパルス」レーダ又は通信と呼ばれてきた。更に、励起パルスは波形が変調又はフィルタリングされたものではない為、そのようなシステムは、得られるRFスペクトルからはっきりわかるキャリア周波数が無いという意味で、「キャリア・フリー」とも呼称されてきた。

【0003】

データ通信用に有用であるためには、従来のUWBインパルス又はキャリア・フリー伝送システムは、ON-OFFキーイング（2値振幅シフトキーイング：ASK）又はパルス位置変調（PPM）に限定されてきた。なぜなら、その波形の振幅および／又は位相を制御することは、実行が非常に困難もしくは不可能であったからである。加えて、これら従来のシステムは、バンド幅及び周波数が固定されたものであって、周波数ホッピング又は動的バンド幅制御は出来ない。

【0004】

UWBインパルストランスミッタの出力電力及びパルス繰返し周波数（PRF）も、又、超短持続時間パルスを発生するために使用されるデバイスの基本的物理的制約によって制限されてきた。特に、高出力電力と、高PRFとは、そのようなシステムの互いに排他的な特性であった。バルクアバランシェ半導体、高電圧ブレークオーバーデバイス、高電圧ガリウムヒ素（GaAs）サイリスタ、プラズマダイオード、ステップリカバリダイオード（SRD）のスタックアレイ等の、高出力電力インパルス励起源は、適切に作動するために数百ないし数千ボルトを必要とし、その結果、より高いPRF時に於けるデバイスの加熱の増大と熱的

絶縁破壊の為に、数十キロヘルツのPRFに限定されていた。アバランシェトランジスタ、低電圧SRD、ツェナーダイオード、等の、低電力デバイスは、数メガヘルツのPRFで動作可能であるが、その出力電力は桁違いに低い。更に、個々のデバイスは通常低コストではあるが、それらは、多くの場合、特定の動作電圧レベルに於けるアバランシェ又は故障特性を保証するために手作業で選択される必要がある。

【0005】

たとえば、初期のUWBインパルストランスミッタは、通常、数十～数千ワットのベースバンドインパルス励起電力を使用して約10kHzの最大PRFで、1ワット以下のピークマイクロ波出力電力を発生するものであった。これら高電圧源を使用したいくつかの実験モデルが、船舶のドック入れ、自動車用の衝突事前感知、液位感知、及び侵入検出、を含むレーダ用途用に作られた。これらの技術は信頼性は高いものであることが判ったが、その電力効率、PRF制限、サイズ及び複雑なアンテナアセンブリによって性能と再現性が限定された。

【0006】

そのようなインパルス式UWB源のもう一つの大きな限界は、周波数の増加に伴って、その電力レベルが、オクターブ当たり約12dBの率で低下することである。これは、インパルス励起の二重指数関数的性質に依るものである。典型的なインパルス源からの出力レスポンスは、次のフォームを有する、

【0007】

【数1】

$$p(t) = (t \div \alpha) \times e^{-(t \div \alpha)} \times u_{-1}(t)$$

【0008】

ここで、 α はパルス立上がり時間、そして $u_{-1}(t)$ は、単位ステップ関数である。図10は、時間に対する出力レスポンス $p(t)$ を図示している。この波形は、大半のインパルス源から見られる出力に非常に近似している。

【0009】

次に、周波数に対する瞬時パルス電力を次のように計算することができる（振幅二乗フーリエ変換）、

【0010】

【数2】

$$p(f) = (e^2 \div (16 \times \pi^4)) \times (1 \div (\alpha^2 \times f^4))$$

【0011】

ここで立上がり時間を二倍にすると、所与の周波数に於ける電力は6 dB低下する。同様に、一定のピーク電圧源について、動作周波数を二倍にすれば出力電力は12 dB減少する。

【0012】

一例として、2.5 kWピーク電力サイリスタベースのインパルス発生器は、L周波帯域（1.5 GHz帯域）に於いて約1ワットのピーク電力しか出せないが、その理由は、そのインパルスエネルギーの大半がそれよりも遥かに低い周波数で生成されるからである。この利用されないエネルギーは、熱として放散され、作動回路を加熱、損傷させ、そのソースが確実に動作可能なPRF又はデータレートを制限する。図11中の上側のトレースは、従来のサイリスタベースのインパルス源からの、周波数に対する利用可能な電力に於ける急激な低下を示している。

【0013】

そのような技術を使用することに於けるもう一つの限界は、規制を満たすために放射性放出を精度良く制御することができないことにある。短パルス励起は、アンテナのインパルスレスポンスを刺激し、又、典型的な広帯域アンテナは、数オクターブ（周波数のオクターブとは周波数の二倍である）の周波数に渡る周波数レスポンスを有しているので、放射スペクトルは、極めて広帯域となり、数百メガヘルツ（MHz）ないし数ギガヘルツ（GHz）以上の瞬時帯域幅をカバーする。この広域スペクトルは、米国に於いて米国連邦通信委員会（FCC）、又は外国に於いて他の措置によって別に認可されている多くの動作周波数にオーバーラップするかもしれず、従って、平均電力レベルは非常に低いものではあるが、割り当てられた周波数のオペレータ又はユーザにとって懸念材料となっている。

【0014】

従って、従来のUWB信号生成技術には次の問題がある。

【0015】

(i) 高電力動作は、デバイスの加熱により、低いPRFでのみ達成可能である、

(ii) 周波数の増加に伴って出力インパルスエネルギーがオクターブ当たり12dB低下する為、実用動作周波数は、5GHzよりも遥かに低い値に限定される、

(iii) アンテナのインパルス励起によって、「キャリア・フリー」信号が発生し、これが、低エネルギー密度にも拘わらず、そのような使用が規制されている周波数に制御不能にオーバーラップしてしまう、そして、

(iv) 変調技術はON-OFFキーイングとパルス位置変調に限られ、周波数ホッピング又は動的バンド幅制御は出来ない。

【0016】

長距離通信用とレーダシステム用には小さな標的の検出用に、より高い出力電力を達成し、広帯域ビデオ及びデータの伝送のためには高いPRFを引き出し、十分制御された中心周波数と、より高い動作周波数（たとえばミリメートルの波）へ延出するバンド幅でのUWB伝送を作り出し、より新しくより効率的な変調技術を可能とすることが求められている。

【0017】

発明の要旨

本発明は、中心周波数および／又は調節可能なバンド幅に適応可能なまたは制御された波形を発生することに於いて、UWBデータ伝送に於けるブレイクスルー（障害除去）を提供するものである。これらの調節は、パルス毎に実行することが可能であり、UWB周波数ホッピング及び適応可能なバンド幅制御を可能にする。

【0018】

一好適実施例は、特に、極めて高いパルス繰返し周波数で作動可能な、極めて広いバンド幅のパルスを生成するために低レベルインパルスゲート制御発振器を利用する（図1）。既知の安定した周波数を有する発振器を選択することによって、放射周波数が高精度に制御される。前記発振器は、固定周波数型、又は、電

圧制御型発振器（VCO）とすることができ、後者は、特に、UWB周波数ホッピング用である。別の位相変調を作り出すために発振器の位相も制御することができる。発振器とミキサーの適当な選択によって、近DC乃至ミリメートル波周波数の中心周波数を有するUWB信号を作り出すことができる。信号バンド幅は、バンドパス又はパルス成形フィルタによって制御され、これは、広帯域ミキサーを駆動するために使用される場合には、出力波形のスペクトル特性を制御する。出力バンドパスフィルタによって、更に、帯域エネルギーが制限され、ゲート制御電力増幅器を使用して、前記UWB信号を所望のピーク出力レベルへ増幅する。

【0019】

別実施例は、特に、別の発振器及びミキサーを必要とすることなく、低レベルインパルス発生器とバンドパス又はパルス成形フィルタとを使用する（図2）。この実施例は、別のゲート制御電力増幅器を駆動するために十分なインパルスエネルギーを発生することが可能な、5GHz未満の周波数での非高速（non-agile）動作に特に有効である。この方法は、発振器周波数が正確にゼロに選択された場合、図1の方法と数学的に等価である。この場合、UWB信号の中心周波数とバンド幅は、前記バンドパス又はパルス成形フィルタの特性によって直接決まる。

【0020】

前記インパルスゲート制御発振器の別のバリエーションは、アナログ又はデジタル時間ゲート制御を使用することによって導かれる（図3）。この実施例に於いて、低レベルインパルス励起は、高速スイッチセットのレスポンスによって近似される（図4）。これらのスイッチは、発振器出力を非常に短時間ゲートONする（図5）。そのような時間ゲート制御は、アナログ又はデジタルパルス成形回路を使用することによっても達成可能である（図6）。

【0021】

本発明の例示的实施例に於いてはL周波帯域（1.5GHz）及びX周波帯域（10GHz）に於けるVCOを実施したが、その他のタイプ及びその他の周波数の発振器を使用することも同様に可能である。従来のインパルス又は「キャリア・フリー」技術と異なり、本発明の一態様は、位相及び振幅の独立変調の追加

的能力を備えた、明確で制御可能なキャリア周波数及びバンド幅を有するUWB信号を提供する。

【0022】

これらのUWBトランスミッタは、それぞれ、非常に高いデータレートで動作することが可能であり、リアルタイムデジタルビデオ、多重同時デジタル音声チャンネル、又はその他の情報、等の高速データの伝送、更に、レーダ又は測距用途用の高PRFパルス列の伝送を可能にする。

【0023】

これらUWB源からの出力を高電力にするために、ゲート制御電力増幅器が使用される(図8)。このゲート制御電力増幅器は、出力効率が高いというユニークな特徴を有し、これは、前記電力増幅器が、およそUWBパルスの持続時間に渡ってのみONされるためである。

【0024】

本発明の一つの課題は、周波数及びバンド幅適応式UWBトランスミッタを提供することにある。

【0025】

本発明の別の課題は、従来のインパルス及び「ショック励起」UWB信号発生トランスミッタによって提供されるものよりも優れた制御可能なスペクトル特性を備えたUWBトランスミッタを提供することにある。

【0026】

本発明の更に別の課題は、従来のシステムのパルス繰返し周波数(PRF)の限界を除去し、毎秒数百メガビット単位の極めて高いデータレートを可能にするUWBトランスミッタシステムを提供することにある。

【0027】

本発明の更に別の課題は、RFキャリア及び、インパルスゲート制御又は時間ゲート制御特性の適当な選択によって、ミリメートル波周波数への周波数拡張性を有するUWBトランスミッタを提供することにある。

【0028】

更に別の課題は、超広帯域直角振幅変調(QAM)、直角位相シフトキーイン

グ (QPSK)、等の、M元通信波形の発生を可能にするためのデジタル振幅および／又は位相制御を備えたUWBトランスミッタを提供することにある。

【0029】

更に別の課題は、RF発振器の中心周波数の直接デジタル制御(DCC)によって、周波数アジリティ(たとえば、周波数ホッピング)を有するUWBトランスミッタを提供することによる。

【0030】

更に別の課題は、時間ゲート制御回路パラメータの直接デジタル制御によって、パルス幅アジリティ、従って、バンド幅アジリティを有するUWBトランスミッタを提供することによる。

【0031】

更に別の課題は、ストリップライン又はマイクロストリップハイブリッド又はマルチチップモジュール(MCM)回路への組込みを容易にするために、50Ωインピーダンスを有するUWBトランスミッタを提供することにある。

【0032】

更に別の課題は、アンテナに対し、高効率でかつ正確に制御可能な量のトランスミッタ電力を提供するべく、広帯域モノリシックマイクロ波集積回路(MMIC)電力増幅器の使用を可能にするUWBトランスミッタを提供することにある。

【0033】

更に別の課題は、UWBパルスが発生されている短い時間を除いて最小限の電流を取り出すため、高電力効率を達成するゲート制御電力増幅器を備えたUWBトランスミッタを提供することにある。UWB波形のデューティサイクルが極めて低い為、高PRF時であっても、前記ゲート制御電力増幅器は、バッテリー作動式携帯ラジオ、無人センサ、等の、低電力消費を必要とする構成に於いて、前記UWBトランスミッタにとって重要である。

【0034】

本発明のこれら及びその他の課題は、以下の記載から容易に明らかになるであろう。但し、本発明は、特に、添付の請求項によって定義される。

【0035】

例示的实施例の詳細説明

本発明を限定することなく、本発明に依る制御可能なスペクトル特性を有するUWB信号を発生する二つのクラスのUWBトランスミッタについて説明する。第1クラスのUWBトランスミッタは、インパルスゲート制御発振器（そして、発振器周波数が正確にゼロである特殊ケースを含む）を有し、第2クラスは、時間ゲート制御回路が低レベルインパルスのレスポンスを近似する時間ゲート制御発振器を有する。

【0036】

本発明のマイクロ波コンポーネントは、最大電力伝達を得て、容易に利用可能なラジオ周波数（RF）コンポーネントを利用し、かつ、従来のマイクロストリップ又はストリップライン回路を使用した製造容易な構成を提供するために、50Ωで動作するように構成することができる。

【0037】

クラスI：インパルスゲート制御発振器（IGO）UWBトランスミッタ

図1は、UWB出力を作り出すために発振器をゲート制御するのに低レベルインパルスが使用されるUWBトランスミッタを図示している。

【0038】

低レベルインパルス発生器100は、低レベルインパルスによってオプションとしてのバンドパス又はパルス成形フィルタ102を励起する。低レベルインパルス発生器100は、低電圧SRD、ツェナーダイオード、アバランシェトランジスタ、ブレークオーバーデバイス（BOD）、サイリスタ、等を含む任意の数のデバイス候補から構成することができる。一特定実施例は、駆動用電子装置と共に、M/A-COM社から市販されているSRD、パーツ番号MA44768-287を利用した。

【0039】

もしもフィルタ102が利用されない場合には、低レベルインパルスを使用して、ミキサー108をスイッチングして発振器出力をバンドパスフィルタ110の入力へ交互にパス、又はパスさせないようにすることによって、発振器106

を直接的にゲート制御する。L周波帯域、1.5GHz構成用に使用される前記特定のマイクロ波ミキサー108は、Mini-Circuits Lab社からパーツ番号RMS-25MHとして市販されているものである。適切な動作の為に、出力UWB信号パルスとゲート制御信号との間の適切なON/OFF分離を、複数のミキサーを使用することによって達成することができる。約40～60dBの分離が適切なセキュリティを提供すると考えられる。

【0040】

前記低レベルインパルス発生器100の振幅を調節して、前記ミキサー108の出力に於けるUWB信号のパルス幅、その瞬時バンド幅、を変えることができる。振幅を増大させることによって、前記ミキサーダイオードが順方向にバイアスされる時間が増加することにより、ミキサー108の出力に発振器信号が現れる時間が長くなる（パルス幅が増大）。反対に、低レベルインパルス発生器出力の振幅が低くなればなる程、発振器信号がミキサー108の出力に現れる時間が短くなる（パルス幅の減少）。その結果得られるUWB信号のバンド幅は、前記ミキサーへの低レベルインパルス発生器出力の振幅をデジタル制御することによってパルス・バイ・パルスベースで変化させることができる。

【0041】

このように、ミキサー108は、実際には、低レベルインパルス発生器100からのインパルス励起によって発振器106からの信号出力を振幅調節する高速スイッチとして作用する。その結果得られるパルスエンベロープは、インパルス励起の元の時間ドメイン形状を保持している。前記ミキサー108のミキサーダイオードを飽和状態にまで駆動するのに、数ミリワットのピーク電力しか必要とされず、従って、低電圧インパルス源を、極めて高速（毎秒数百ギガビット）のUWBシグナリングが達成可能であるという利点とともに利用することができる。

【0042】

もしもフィルタ102が利用される場合には、前記ミキサーは、前記バンドパスフィルタされた又はパルス成形された低レベルインパルス信号を所望の動作中心周波数にヘテロダイン（周波数変換）するように作用する。次に、前記ミキサ

ー108の出力に於ける前記UWB信号のバンド幅が、前記バンドパス又はパルス成形フィルタ102のバンド幅によって決まる。この方法を使用することにより、低レベルインパルス発生器100を、広帯域エネルギーを所望の帯域に周波数シフトさせた状態で、より低い周波数で作動させることが可能である。

【0043】

前記UWB信号の中心周波数、及び、その瞬時位相、は、発振器コントロール104によって制御することができる。これは、単に、発振器106の周波数を所望のホッピングパターンに従って変化させることによって、周波数高速 (agile) UWB放出を可能にする。更に、UWBパルスの瞬時位相を、パルス・パイ・パルスベースで変化させて、様々な形態の位相変調を可能にすることができる。

【0044】

前記低レベルインパルス発生器100を前記発振器106に対して位相ロックすることによって、パルス・ツー・パルスにコヒーレントな (パルス間に於いて可干渉性の) 波形を発生させることができる。追加の振幅変調を可能にするために、デジタル制御RF減衰器112を使用することができる。位相、周波数、及び振幅変調の組み合わせによって、UWB直角振幅変調 (UWB-QAM)、UWB M元位相変調 (UWB-PSK) 等を含む、多様なUWB波形の発生が可能になる。バンドパスフィルタ110を使用して、ゲート制御電力増幅及び最終的な伝送の前に、不要又は帯域外の周波数および/又はミキサー生成物を排除する。

【0045】

伝送されるUWB波形は、従来のUWBシステムに於けるような「キャリア・フリー」なものではなく、その代りに、前記発振器106の周波数によって設定された、明確に定められた制御可能な中心又はキャリア周波数を有する。

【0046】

図2は、低レベルインパルス発生器100を使用して、バンドパス又はパルス成形フィルタ102をインパルス励起するUWBトランスミッタを図示している。図2は、発振器106の周波数が正確にゼロに設定された図1の特殊なケース

である。即ち、図1の発振器は、前記低レベルインパルス発生器の振幅のいかに拘わらずミキサー108を常にONにするように機能するDC源によって置き換えられている。図1と異なり、図2の回路は、周波数ホッピング又は位相変調を容易に可能にするものではない。しかしながら、その利点は、約5GHzまでの中心周波数用として、回路の実施が単純で廉価であること、そして、図1と同様、制御可能なスペクトルフィルタリングと成形とを備えた高速動作（高速低レベルインパルス源の使用に依り）が可能である、ことにある。

【0047】

低レベルインパルス発生器及びマイクロ波バンドパスフィルタを使用したUWBトランスミッタが構成され、これは、400MHzのバンド幅で3dBの低下を伴う、1.5GHzの中心周波数でL周波帯域UWB信号を発生した。図12Aは、この方法によって発生された実際の伝送UWB信号を図示している。図12Bは、図12Aに図示されているUWB信号の周波数スペクトルを図示している。使用した具体的なフィルタは、1.5GHzの中心周波数と、400MHzの1dBバンド幅、500MHzの3dBバンド幅、30dB以上の低下1GHz以上での排除、及び30dB以上の1.9GHzでの排除、を有するL周波帯域バンドパスフィルタであった。

【0048】

理論的には、図2に図示された回路がいかに明瞭なキャリアを含むUWB信号を提供するかを理解するために、我々は、カールソン・エイ・ブルース(Carlson, A. Bruce) "Communication Systems, An Introduction to Signals and Noise in Electrical Communication", McGraw-Hill, New York, 第5.1章(1975)を参照し、この内容をここに参考文献として組み込む。カールソン(Carlson)に依れば、バンドパスフィルタのインパルスレスポンス： $h_{BP}(t)$ は、以下のように直角キャリア形式で記載することができる。

【0049】

【数3】

$$h_{BP}(t) = 2 \operatorname{Re} [h_{LP}(t) e^{j\omega_c t}]$$

【0050】

ここで、 Re は実部、 h_{LP} は $h_{BP}(t)$ のローパス等価物のインパルスレスポンス、そして ω_c は、バンドパスフィルタの中心周波数である。従って、バンドパスフィルタ102のインパルス励起は、ローパススペクトルの形状 $H_{LP}(f)$ を中心周波数 ω_c にヘテロダインすることと等価である。その結果得られる信号は、バンドパスフィルタ102の選択された特性形状及びバンド幅のみに依存する、極めて広帯域なものとすることができる。更に、前記信号は、見掛けのキャリア周波数がバンドパスフィルタ102によって決められるので、従来の意味に於ける「キャリア・フリー」ではない。又、従来のUWBトランスミッタに於けるようなアンテナの直接高電力インパルス励起と異なり、バンドパスフィルタ102の低レベルインパルス励起は、前記UWBトランスミッタのスペクトル放出のすべての局面に渡る完全な制御を提供する。これは、そのスペクトル放出が、バンドパスフィルタ102の特性、たとえば、その中心周波数、バンド幅、帯域外排除及びスカート(skirt)レスポンス、によって正確に決められるからである。

【0051】

所望の出力電力レベルを達成するために、ゲート制御電力増幅回路(図8)が使用される。ゲート制御電力増幅器160のゲート制御は、本発明のすべての実施例に同様に適用可能である。図8に於いて、インパルスゲート制御又は時間ゲート制御UWB源130の出力は、MMIC増幅器列140、142に供給される。任意の適切なRF増幅器がMMIC増幅器の代わりに使用されてよい。使用される具体的なMMIC増幅器は、STANFORD MICRODEVICES社からパーツ番号SNA-586として市販されており、DCから8GHzで作動する。HFからミリメートル波の範囲の周波数用には、その他の増幅器を選択することができる。

【0052】

伝送パルスロジックを備える電力ゲートコントローラ134は、適当にプログラムされた高速フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)又はプログラマブルロジックデバイス(PLD)によって形成される。前記電力ゲートコントローラ134は、前記低レベルインパルス発生器を伝送パルストリガ132を介してトリガし、必要に応じて前記ゲート制御電力増幅器160に電圧(バイア

スだけでなく、一次又はそれらの両方の)を与えるために適切なタイミング信号を発生する。前記インパルスゲート制御又は時間ゲート制御UWB発生器130は、MMIC増幅器列140、142を介してゲート制御電力増幅器160に低レベルUWB信号を提供する。

【0053】

スイッチ152、156、たとえば、高速電力バイポーラ又はFETスイッチ、によって、バイアス電圧源150からのバイアス電圧と、一次電圧源154からの一次電圧との、それぞれの、ゲート制御電力増幅器160への供給を制御する。使用した具体的なゲートスイッチ152、156は、TEXAS INSTRUMENTS社、パーツ番号IRF7304として市販されている、電力FETであった。DCサプライへのRFフィードバックを防止するために、使用される具体的なRF電力デバイスに依っては、ゲートスイッチ152、156とゲート制御電力増幅器160との間に、RFチョーク162、163を挿入することが必要であるかもしれない。

【0054】

前記ゲート制御電力増幅器160に於いて、ソースインピーダンスとカップリング容量とによって決まる一次電圧源154のRC時間定数によって、UWBトランスミッタがその最大動作電力出力に到達する速度が決まるので、DC電力バイパス回路に於ける総容量は最小化された。極めて高速のON、低インピーダンススイッチ(たとえば、GaAs MMICスイッチ)のみが使用され、図9に図示されているようにタイミング精度が、最適効率のためにナノ秒の精度に維持された。

【0055】

図9は、ゲート制御電力増幅器160のタイミング図を示している。波形(a)に於いて、ゲート制御電力増幅器160のDC動作パラメータがUWBパルスの付与の前に安定化するように、電力ストロブ信号134a(図8)が、伝送パルストリガに先立って、電力ゲートコントローラ134から出力されている。UWB信号パルスは、極めて持続時間が短い(即ち、僅か数ナノ秒又はサブ・ナノ秒)ので、UWB信号パルスがゲート制御電力増幅器160の入力端子に現れ

る時間と、UWB信号パルスがゲート制御電力増幅器160を介して伝播するのに必要な追加の時間、との間に、ゲート制御電力増幅器160をONにバイアスするだけでよい。更に、バイアス供給抵抗とカップリング容量とに関連する浮遊容量及びRC時間定数の為に、一旦、バイアスがスイッチONされて、ゲート制御電力増幅器160がそのアクティブ領域に達するまでに更に一定の時間がかかる。従って、前記伝送パルストリガ132から出力されたトリガ信号132a（図8）は、少なくとも図9の波形（a）に図示されているバイアスセットアップ時間遅延され、これによって、低レベルUWB源130からのUWB低レベル励起が、ゲート制御電力増幅器160がその最大電力を作り出すことが可能なポイント、即ち、ポイント200、に達してから始めて出力されることを可能にしている。

【0056】

図9の波形（a）に図示されている電力ストロブ信号は、ポイント202に於いて除去され、これによって、UWB信号パルスがゲート制御電力増幅器160を介して伝播して始めて（通常は、UWB信号パルスの幅に、ゲート制御電力増幅器160内部に於ける伝播作用に依る待ち持間をプラスしたもの）、バイアス電圧源150と一次電圧源154とによってゲート制御電力増幅器160に与えられているDC電力バイアス条件が除去される。その後、ゲート制御電力増幅器160中のバイアスは、ゲート制御出力増幅器160を、そのアクティブ、高電力ドレイン領域から除去する状態にまで減衰する。

【0057】

UWB信号は、上述したように発生されるので、極めて短い持続時間（たとえば、通常は数百ピコ秒～数ナノ秒）であるので、ゲート制御電力増幅器160の全電力バンド幅が、UWB信号のパルスが大きな歪み無く通過するのに十分広いものである必要がある。従って、前記ゲート制御電力増幅器160の最大電力バンド幅は、UWB信号のパルス幅の逆数にほぼ等しくするべきである。たとえば、1ナノ秒のUWB信号パルスの場合、ゲート制御電力増幅器160の最大電力バンド幅は、少なくとも1GHzにするべきである。

【0058】

更に、最適電力効率の為には、前記電力ストローブ信号の幅は、ゲート制御電力増幅器160が定常状態に到達し、尚早にシャットダウンすることなく、UWB信号パルスを通過させることを可能にするのに丁度の幅にすべきである。これよりも大きな電力ストローブ幅は、ゲート制御電力増幅器160によって放散される電力の量を増加させ、従って、UWBトランスミッタによって消費される電力を増大させる。

【0059】

高効率電力増幅器によって、本発明に依る前記UWBトランスミッタをポータブルデバイスとして実施する可能性が高まる。前記電力増幅器160は必ずしもゲート制御される必要はないが、ゲート制御電力増幅器160への電力をゲート制御することによって、大幅な電力減少が提供され、これは、例えば、携帯UWBトランシーバ、バッテリー作動UWBレーダセンサ、等、の一次電力消費が主要な関心事である、バッテリー作動式UWB用途に特に有用である。

【0060】

クラスII：時間ゲート制御発振器（TGO）UWBトランスミッタ

このクラスのUWBトランスミッタの基本は、選択されたスペクトル特性を有するUWB信号を得るために、持続時間の短い制御信号によってマイクロ波発振器を時間ゲート制御することにある。この時間ゲート制御は、高速作動スイッチを利用するか、又は、インパルスを近似する低レベルアナログ又はデジタル信号によって、マイクロ波信号をON/OFFスイッチングすることによって達成可能である。

【0061】

図3は、時間ゲート制御発振器源を利用したUWBトランスミッタを図示している。時間ゲート制御回路120は、マイクロ波発振器106の出力を制御可能にゲート制御して、UWB信号を提供する。次に、この信号は、帯域外エネルギーを除去するためにバンドパスフィルタ110によってフィルタリングされる。伝送されるUWB信号の電力レベルは、オプションのデジタル制御減衰器112によって制御され、その結果得られる信号は、次に、ゲート制御電力増幅器による伝送の為に電力増幅される。もしもデジタル制御減衰器112が使用されない場

合には、前記UWB信号は、ゲート制御電力増幅器に直接供給される。

【0062】

発振器106は、固定周波数又は電圧制御発振器（VCO）とすることができ、後者は、UWB源の中心周波数を、所望に、又は、パルス毎に、変化させることを可能にする。L周波帯域の実施例に使用される具体的な発振器は、Z-COM社からパーツ番号V602MC01として市販されている1.5GHzのVCOである。前記マイクロ波発振器106は、この用途に於いて、非コヒーレントな通信技術が利用される場合には、特にそれほど安定したものである必要はない。マイクロ波発振器106の周波数および／又は位相は、周波数／位相制御ライン104上の信号によって制御することができる。このようにして、変調スキームの位相成分を、伝送の前にUWB信号に注入することができる。前記発振器106の周波数をアクティブに制御することによって、従来のUWBトランスミッタでは不可能であった、周波数ホッピングを実行することができる。

【0063】

出力電力の精密な制御は、効率的で予測可能な電力伝達を提供する50オームのインピーダンスを有するデジタル制御減衰器112によって実施される。この実施例に使用される具体的なデジタル制御減衰器112は、M/A-COM社からパーツ番号AT-230として市販されている。

【0064】

時間ゲート制御回路120は、発振器106からの連続波（CW）位相および／又は周波数制御信号を厳格にゲート制御する。発振器106および時間ゲート回路120は、UWB信号源を構成する。従来のシステムと異なり、本発明に依る前記UWBトランスミッタは、高電力インパルス信号によってアンテナを直接に励起しない。むしろ、時間制御ゲートUWB源が、禁止周波数を避けるべく任意に調節可能な、明確な出力スペクトル特性を提供する。

【0065】

上述したように、ゲート制御電力増幅器は、広帯域アンテナからの提供及び放射のために前記時間ゲート制御UWB信号を増幅する。前記UWBトランスミッタの総所要電力を低減するために、前記ゲート制御電力増幅器に供給される電力

を、時間ゲート制御回路120によって行われる発振器106のゲート制御と同期してゲート制御する。電力は、時間ゲート制御発振器UWB源のゲート制御時間と、必要なランプアップ及び呼び出し時間との間だけ、前記ゲート制御電力増幅器に供給される。従って、前記ゲート制御電力増幅器は、UWBパルスの到着前の特定時間（たとえば、パルス到着前の数ナノ秒）ONされ、UWB信号が通過した後はOFFにされる。このようにすることにより、高電力UWB信号を発生するのに必要なDC電力が最小化される。この実施例に使用される具体的出力増幅器は、STANFORD MICRODEVICES社からパーツ番号SMM-280-4として市販されている。

【0066】

前記伝送されるUWB波形は、従来のシステムのような「キャリア・フリー」ではなく、発振器106の周波数によって設定される明確で制御可能な中心又はキャリア周波数を有する。更に、時間ゲート制御回路120での時間ゲート制御のパルス幅によって、放射されるUWB信号の瞬時バンド幅が制御される。時間ゲート制御回路120のパルス幅の調節に対応して、伝送されるUWB信号の瞬時バンド幅が調節される。

【0067】

時間ゲート制御回路120の一実施例が図4に図示されており、これは、高速スイッチS1、S2と遅延ラインとを有する。高速スイッチS1、S2は、GaAs FETスイッチである。但し、どのような適当に高速なスイッチも使用可能である。X周波帯域、10.0GHzに使用される具体的なGaAs FETスイッチの実施例は、Daico社からパーツ番号DSW25151として市販されている。或いは、前記UWB信号は、それが適度に高速である限りに於いて、一つのスイッチによってゲート制御することも可能である。たとえば、ECLロジックは、一つのGaAs FETスイッチの適度な高速制御を提供する。そのような場合、前記遅延ライン180は不要となり、UWB信号波形はその単一のスイッチの立上り及び立ち下がり時間によって決められるものとなるであろう。

【0068】

タップ付き遅延ライン180は、任意の適当に高速な遅延回路であってよい。

たとえば、一連のインバータゲートから遅延回路を構成することができる。サブ・ナノ秒の遅延タップを有する遅延ラインが、蛇行するマイクロストリップラインによって図3に図示されている時間ゲート制御回路120のために使用された。この場合、回路基板の誘電定数によって、所定の長さを有する導電体を通る信号の伝播速度が決まる。遅延ライン180は、又、ANALOG DEVICES社からパーツ番号AD9501として市販されているもの、或いは、10ピコ秒(p s)程度の精度を有するもの、等のデジタル制御遅延デバイスによって構成することが可能である。

【0069】

使用時に於いて、トリガパルスが、図4に図示されているように、バッファ186を介してタップ付き遅延ライン180に送られる。遅延ライン180は、スイッチS1を制御するために第1タップ180aに於いてタップされ、スイッチS2を制御するために第2タップ180bに於いてタップされている。遅延されたトリガパルスが第1タップ180aに到達すると、それがバッファ182を駆動し、このバッファがスイッチS1を開放状態から閉成する。このスイッチS1の閉成によって、発振器106の出力が時間ゲート制御回路120を介して通過することが許容される。というのは、スイッチS1が閉成される時点に於いてスイッチS2は既に閉成されているからである。一定の遅延 Δ 後、スイッチS1がまだ閉成されている間に、前記トリガパルスは第2タップ180bに到達し、バッファ184を駆動し、このバッファがスイッチS2を閉成状態から開放するように制御する。前記トリガパルスは、それが第2ゲート184に到達する時、第1ゲート182がUWB信号パルスが通過し終わるまで前記トリガパルスに応答し続けるような、レベル遷移である。スイッチS2のこの開放によって、発振器106の出力が時間ゲート制御回路120の出力から切り離され、従って、出力信号は、その時点でゼロにまで低下する。

【0070】

図5は、スイッチS1、S2のレスポンス波形タイミングを図示している。波形(a)は、スイッチS1が閉成され、これによって、発振器106の出力が時間ゲート制御回路120を通過することを許容するのを示している。波形(b)

は、スイッチS 2が開放され、これによって、発振器106の出力を切り離すことを示している。波形(c)は、スイッチS 1、S 2のレスポンスの合成結果を図示している。

【0071】

スイッチS 1、S 2の立上り時間が一定である（通常は、GaAsスイッチの場合は数百ピコ秒）ことにより、前記時間ゲート制御発振器UWB出力パルスは、図5の波形(d)に図示されているように、実質的に三角形である振幅レスポンスを有する。スイッチS 1の作動とスイッチS 2の作動との間の前記一定遅延時間 Δ を調節し、高速立上り時間と密接にマッチングした伝播遅延時間とを有するGaAs FETスイッチを選択することによって、数ギガヘルツもの大きなバンド幅を有するサブ・ナノ秒のマイクロ波のバーストを発生させることができる。このバーストが短ければ短いほど、バンド幅は大きくなる。

【0072】

もしも遅延ライン180を形成するためにプログラマブル遅延デバイスが使用されるならば、前記遅延 Δ を調節することによって、UWB信号のバンド幅をリアルタイムに調節することが可能となる。更に、周波数ホッピング可能な発振器106を使用することによって、放射されるUWB信号の瞬時バンド幅と中心周波数とを、パルス毎に変化させることができる。

【0073】

前記UWB源から出力されるバースト周波数波形は、パルス・ツー・パルスベースで非コヒーレントである。これは、瞬時信号エネルギーに応答可能なUWBレシーバ用には許容可能である。一方で、伝送パルスを、デジタルプリスケアラ及びデバウダを介して、発振器の周波数からスイッチS 1、S 2の作動の回数を導き出すことによってパルス・ツー・パルスでコヒーレントなものにすることができる。従って、位相シフトキーイング(PSK)、又は直角振幅変調(QAM)の位相成分を実施することができる。パルスの存在又は不在によって、振幅シフトキーイング(ASK)を実施したり、或いは、パルス位置変調(PPM)を実施することができる。位相および/又は振幅を使用したいかなる変調スキームも実施可能である。

【0074】

図7Aは、図4に図示された実施例に依る、X周波帯域時間ゲート制御発振器によって発生された実際の伝送UWB信号を図示している。この特定のUWB信号は、2.5GHz VCOステップリカバリダイオード源を、4倍して10GHz源を形成したX周波帯域マイクロ波発振器106によって発生されたものである。500ピコ秒(p s)持続時間の時間ゲート制御パルスを使用した。図7Aに図示されているように、時間ゲート制御回路102からのパルスは、ほぼ三角形状であった。その結果得られたX周波帯域UWB信号は、2GHz以上のバンド幅で3dBの低下を有していた。

【0075】

図7Bは、図7Aに図示したUWB信号の周波数スペクトルを図示している。周波数スペクトルの形状が、時間ゲート制御回路120に於けるレスポンスパルスの形状によって影響されることに注意する。

【0076】

図6は、高速プログラマブルロジック及びD/Aコンバータが利用可能であることによって実用的とされる時間ゲート制御発振器UWBトランスミッタの実施例を図示している。この実施例に於いて、デジタルエンベロープ発生器回路300を使用して、前記時間ゲート制御回路120が形成されている。

【0077】

クロッククリスタル302は、クロックドライバ304を駆動して高速読取り専用メモリ(ROM)306へ連続アドレスを出力する。前記ROM306は、理想的には、比較的低速のメモリの速度を連続的に加速するようにトリガされたROMのバンクとすることができる。このROMバンク306から出力されるデータの速度は、クロッククリスタル302の速度に対応する。ROM306からクロック出力されるデータは、高速D/Aコンバータ308によってアナログ信号に変換され、その後、ゲート制御パルスとしてミキサー108に入力される。

【0078】

ROM306は、所望のUWB波形形状によってプログラムされ、従って、前記D/Aコンバータ308によってデジタルからアナログに変換されるデータを

有するルックアップテーブルを形成する。現実には、ミキサー108は完全にリニアではなく、従って、前記D/Aコンバータ308からのアナログ励起パルスを成形することによって出力UWB信号が成形される。ROM306に格納される好適な波形形状は、所望のUWB出力スペクトル形状に基いて実験によって決められる。

【0079】

デジタルエンベロープ発生器回路300は、ミキサー108のためのアナログ変調機能を提供し、従って、前記発振器106からの「キャリア」信号をAM変調する。

【0080】

以上、本発明をその例示的好適実施例を参照して記載したが、当業者は、本発明の真の精神及び範囲から逸脱することなく、様々な改変を行うことが可能であろう。たとえば、本発明は、用途のために適しておればいかなる周波数の発振器用にも適用可能である。更に、用途に適している場合には、前記アナログコンポーネントをデジタルとして実施することも本発明の範囲に含まれる。たとえば、前記発振器、低レベルインパルス発生器、フィルタ、遅延ライン、スイッチおよび／又は制御ロジックの代りに適当に高速のデジタル信号プロセッサを使用することが可能である。参照の便宜上、バンド幅、周波数、位相、マルチレベル減衰／増幅等の設定、調整、制御を含む、低レベルUWB信号又はインパルス源を変更、調節、適用、フィルタリング、パルス成形、および／又は制御する前記回路及び方法を、ここでは、波形適合又は順応と称されるか、若しくは波形アダプタによって実施される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

UWBトランスミッタがインパルスゲート制御発振器を利用する本発明の第1実施例を図示している。

【図2】

低レベルインパルス発生器が、ゲート制御電力増幅器の前に、発振器又はミキサーを使用することなく、バンドパス又はパルス成形フィルタを直接に励起する、

本発明のUWBトランスミッタの第2実施例を図示している。この回路は、ゼロ周波数発振器（即ち、ミキサーに対するDCバイアス）を備えた、図1のものと等価である。

【図3】

本発明の別実施例のブロック図であり、低レベルインパルスレスポンスを近似する時間ゲート制御回路を利用するUWBトランスミッタを図示している。

【図4】

発振器からの出力をゲート制御するために高速スイッチセットを使用する時間ゲート制御回路の第1実施例を図示している。

【図5】

図4のスイッチS1及びS2のレスポンスを示している。

【図6】

デジタルパルス成形を使用する時間ゲート制御UWBトランスミッタの実施例を図示している。

【図7A】

図4に図示した時間ゲート制御UWBトランスミッタによって発生されたX周波帯域UWB信号を図示している。

【図7B】

図4に図示した時間ゲート制御UWBトランスミッタによって発生されたX周波帯域UWB信号を図示している。

【図8】

マイクロ波発振器と低レベルインパルス発生器との両方を利用するインパルスゲート制御UWBトランスミッタの実施例を図示している。

【図9】

図8に図示されている回路のタイミング図を示している。

【図10】

従来式インパルス源のUWB信号パルス振幅の時間に対する正規化プロットを示している。

【図11】

L周波帯域に於けるインパルス信号の電力量が小さいことを説明するために、L周波数のフィルタ信号と重畳した、インパルスUWB信号の電力スペクトルを図示している。

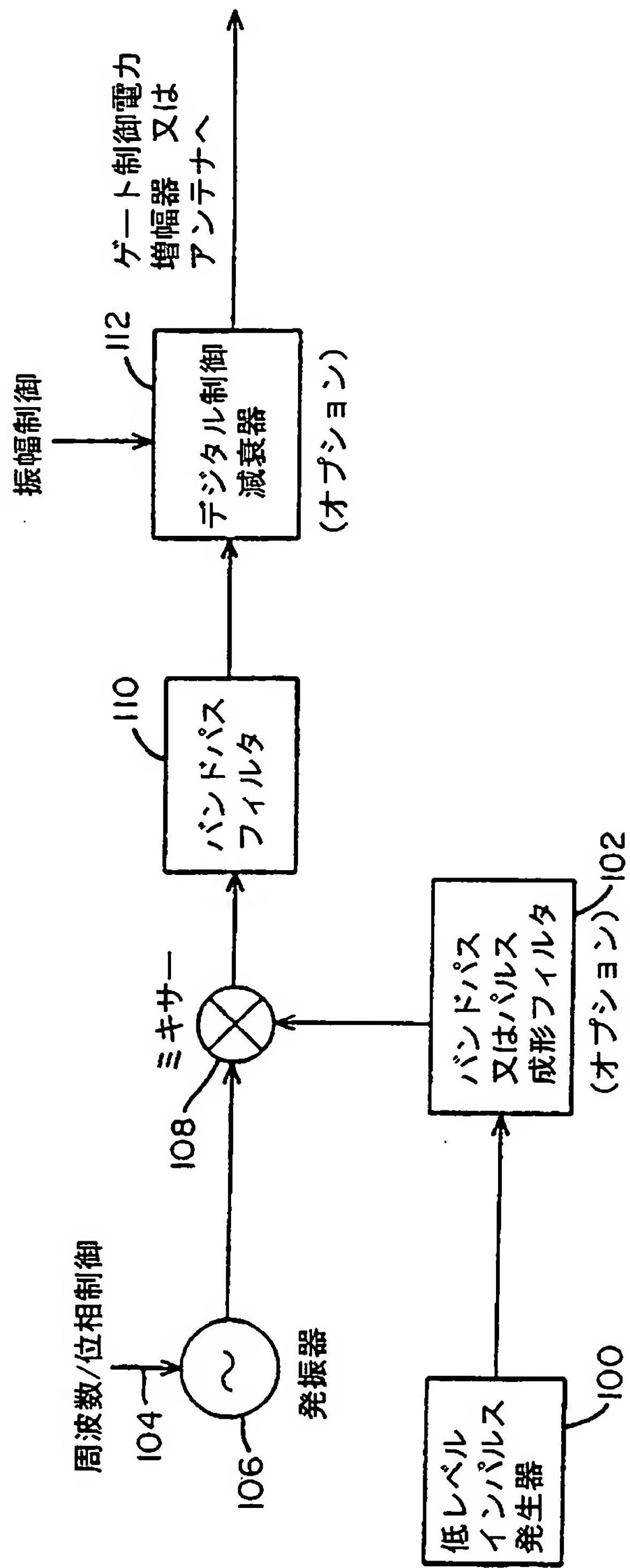
【図12A】

低レベルインパルス発生器とマイクロ波バンドパスフィルタとを使用して、400MHzのバンド幅が3dB低下する、1.5GHzの中心周波数でL周波帯域UWB信号を発生する、UWBトランスミッタによって発生された実際の伝送UWB信号を図示している。

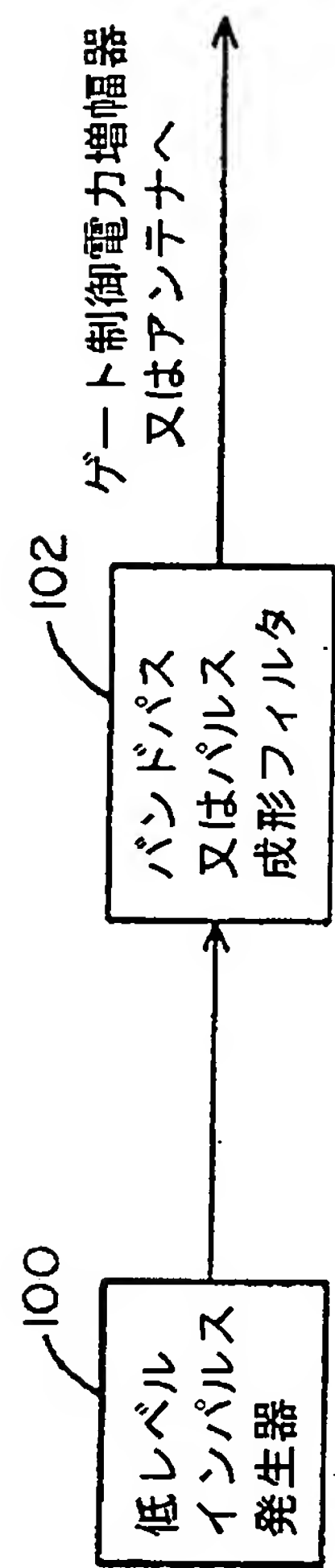
【図12B】

図12Aに図示したUWB信号の周波数スペクトルを図示している。

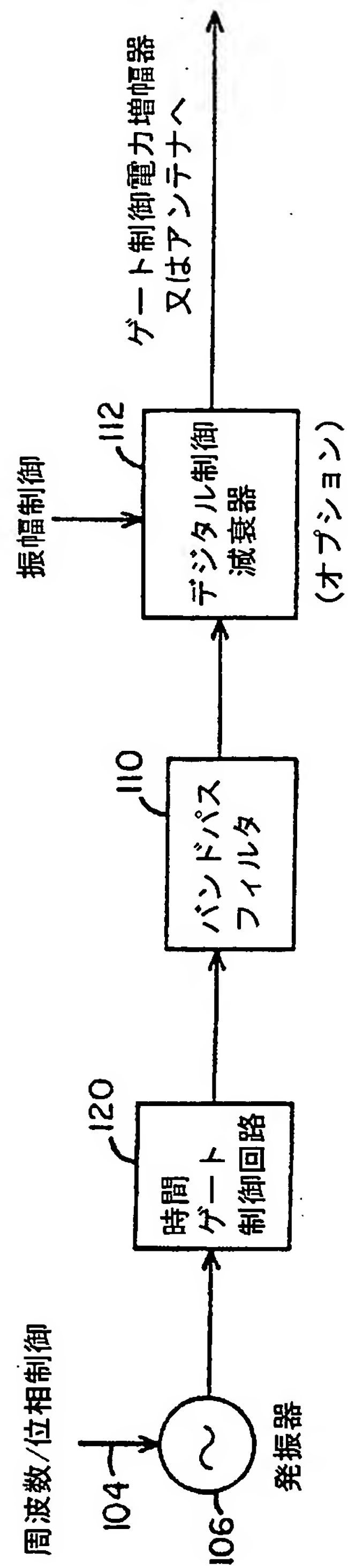
【図1】



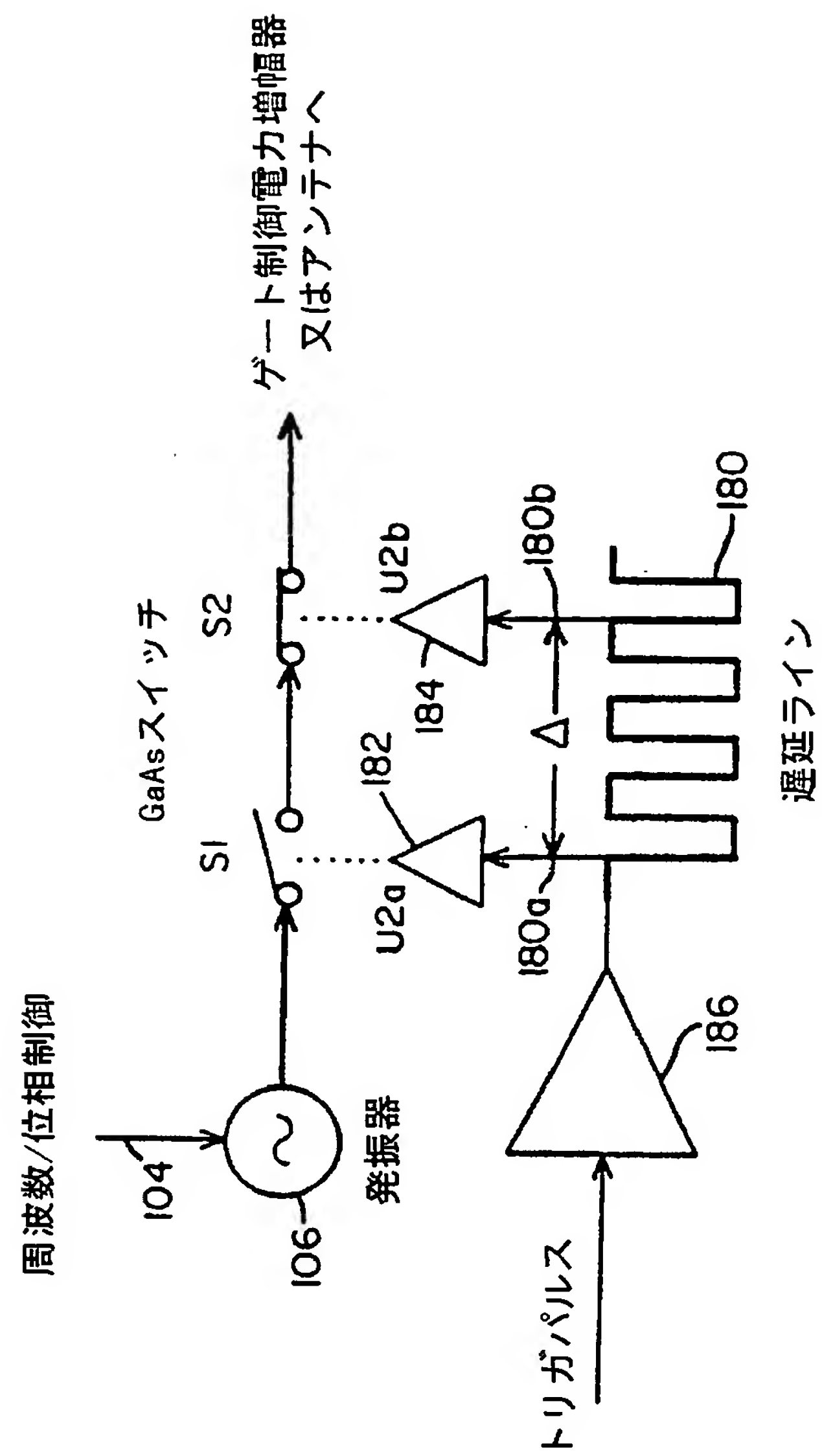
【図2】



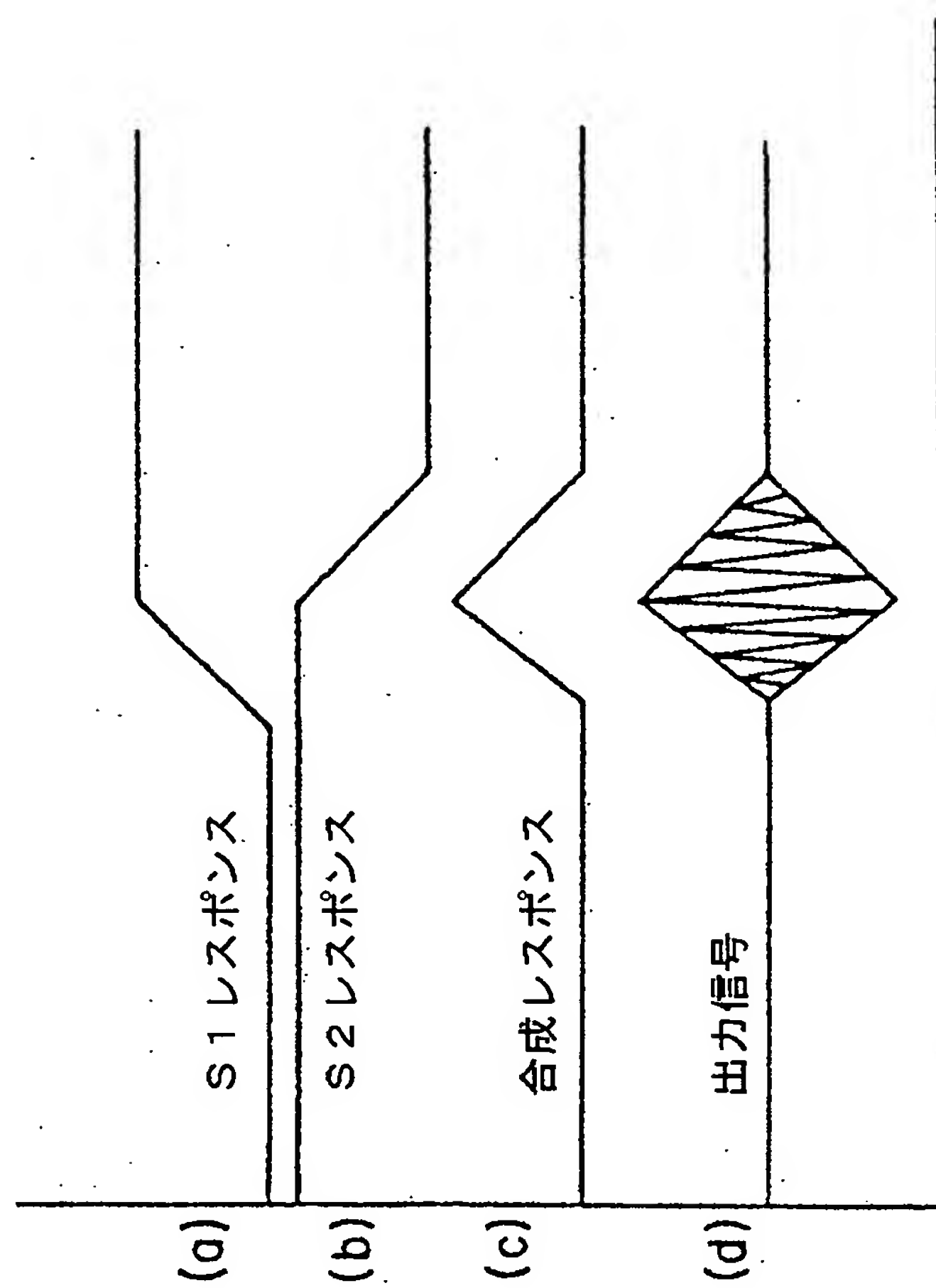
【図3】



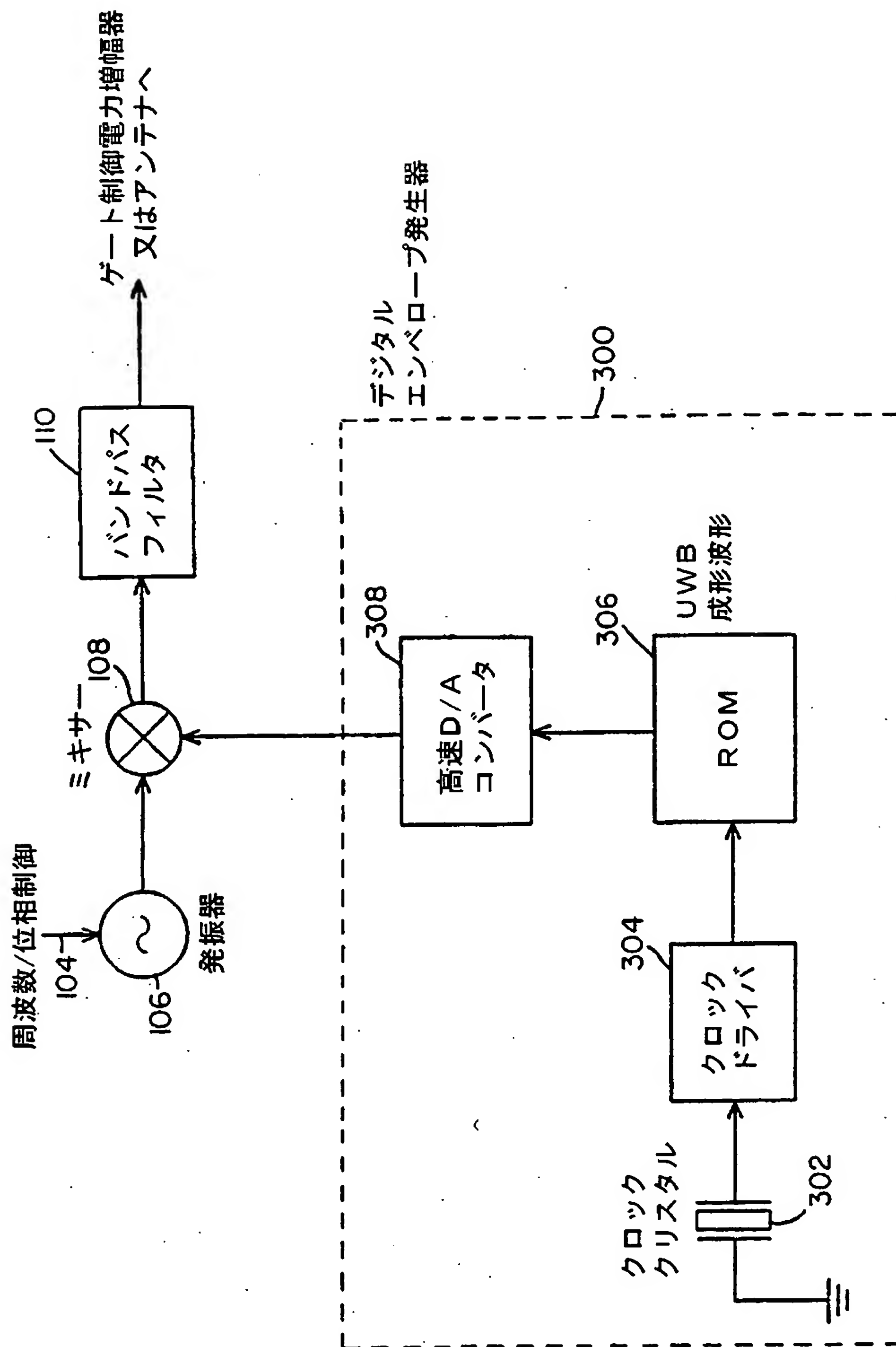
【図4】



【図5】



【図6】



【图 7 A】

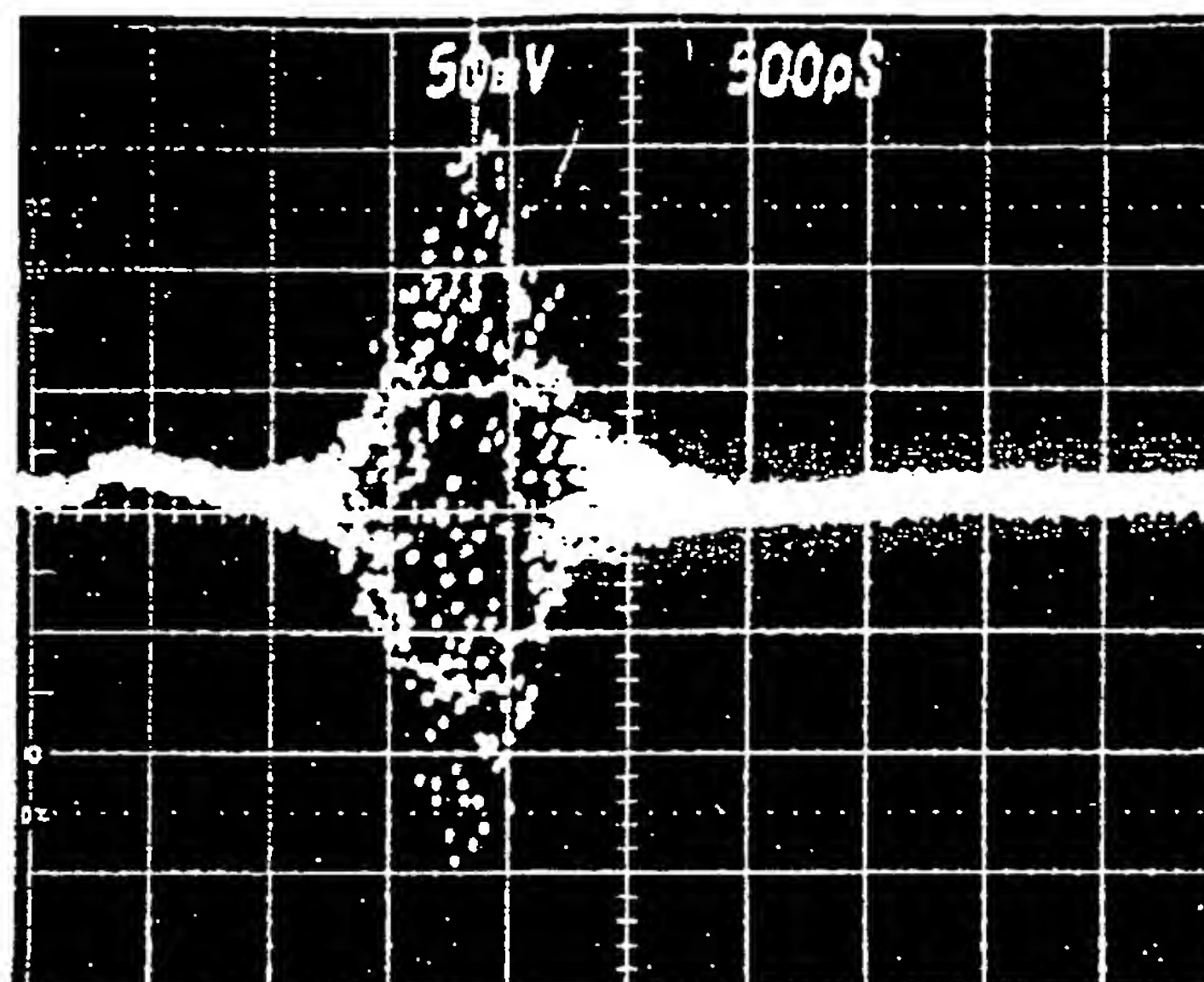


FIG. 7A

【图 7 B】

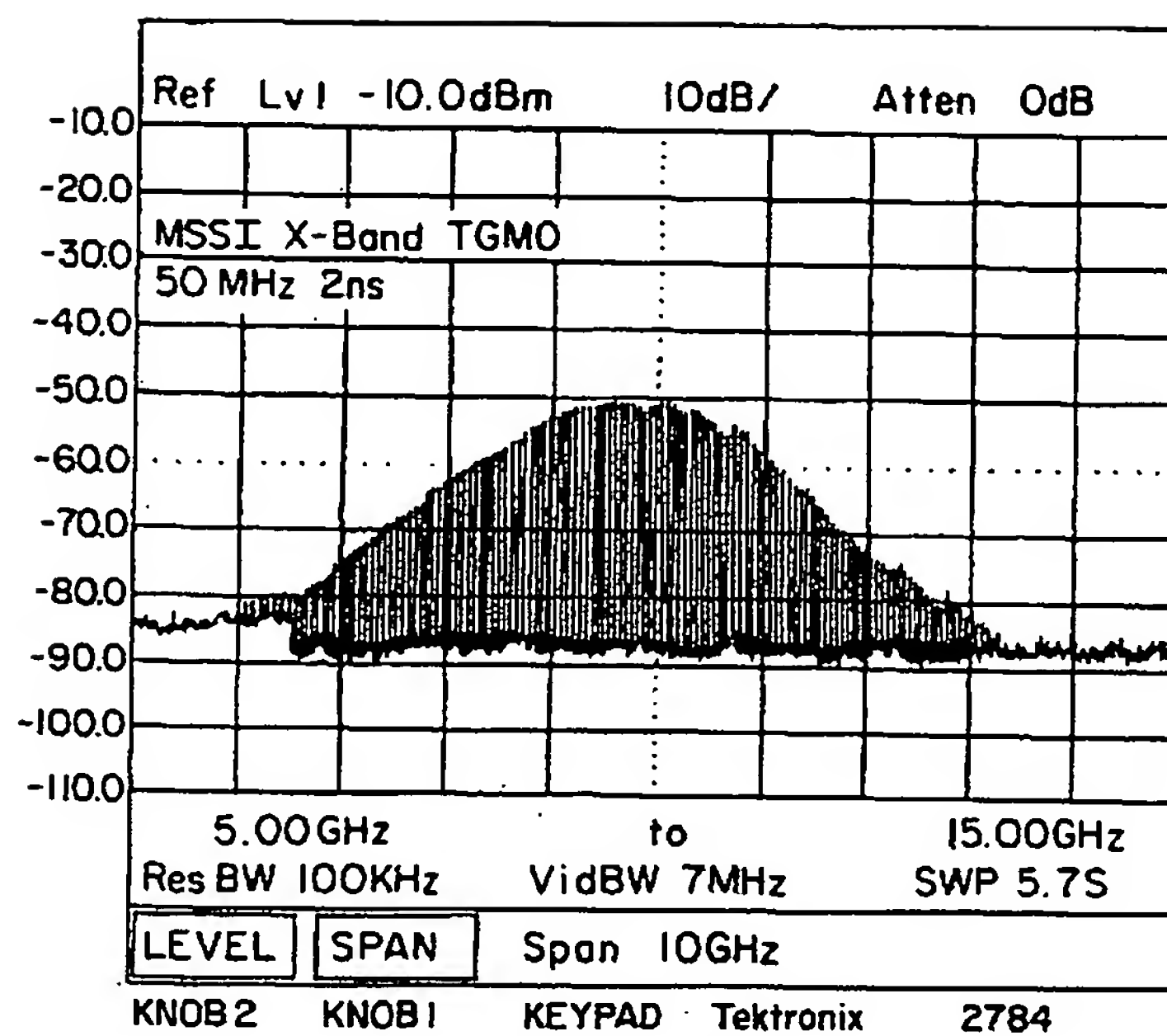
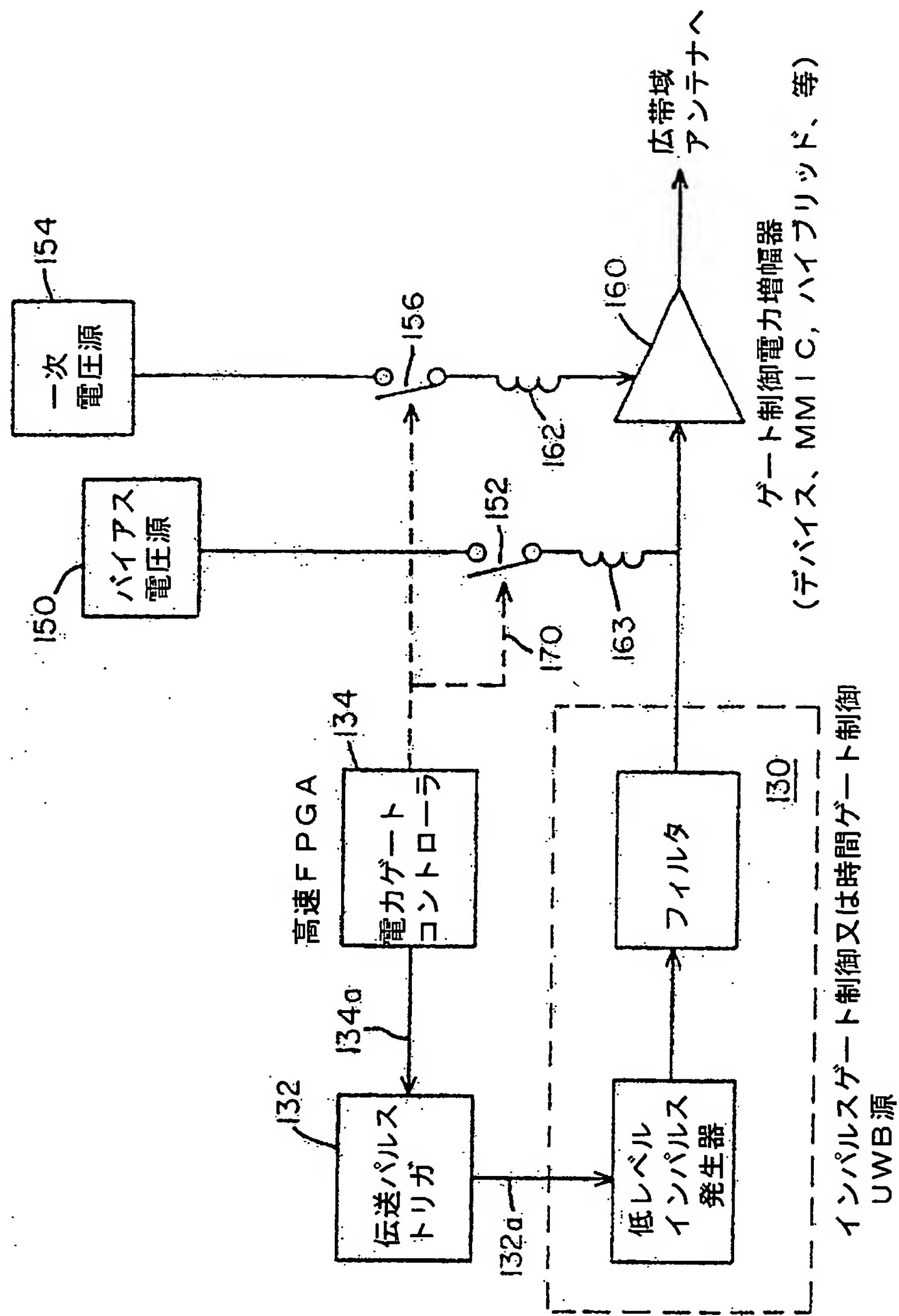
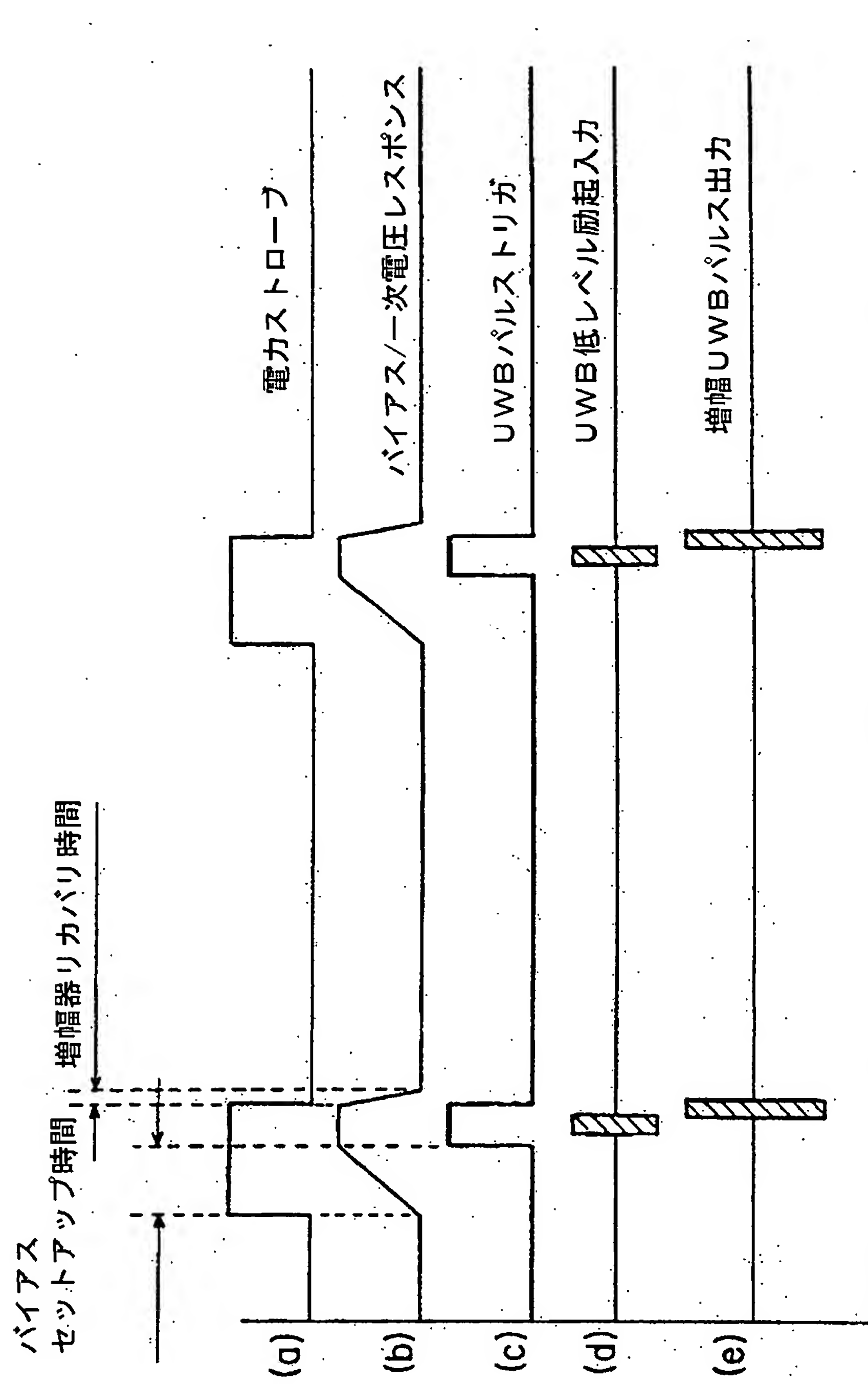


FIG. 7B

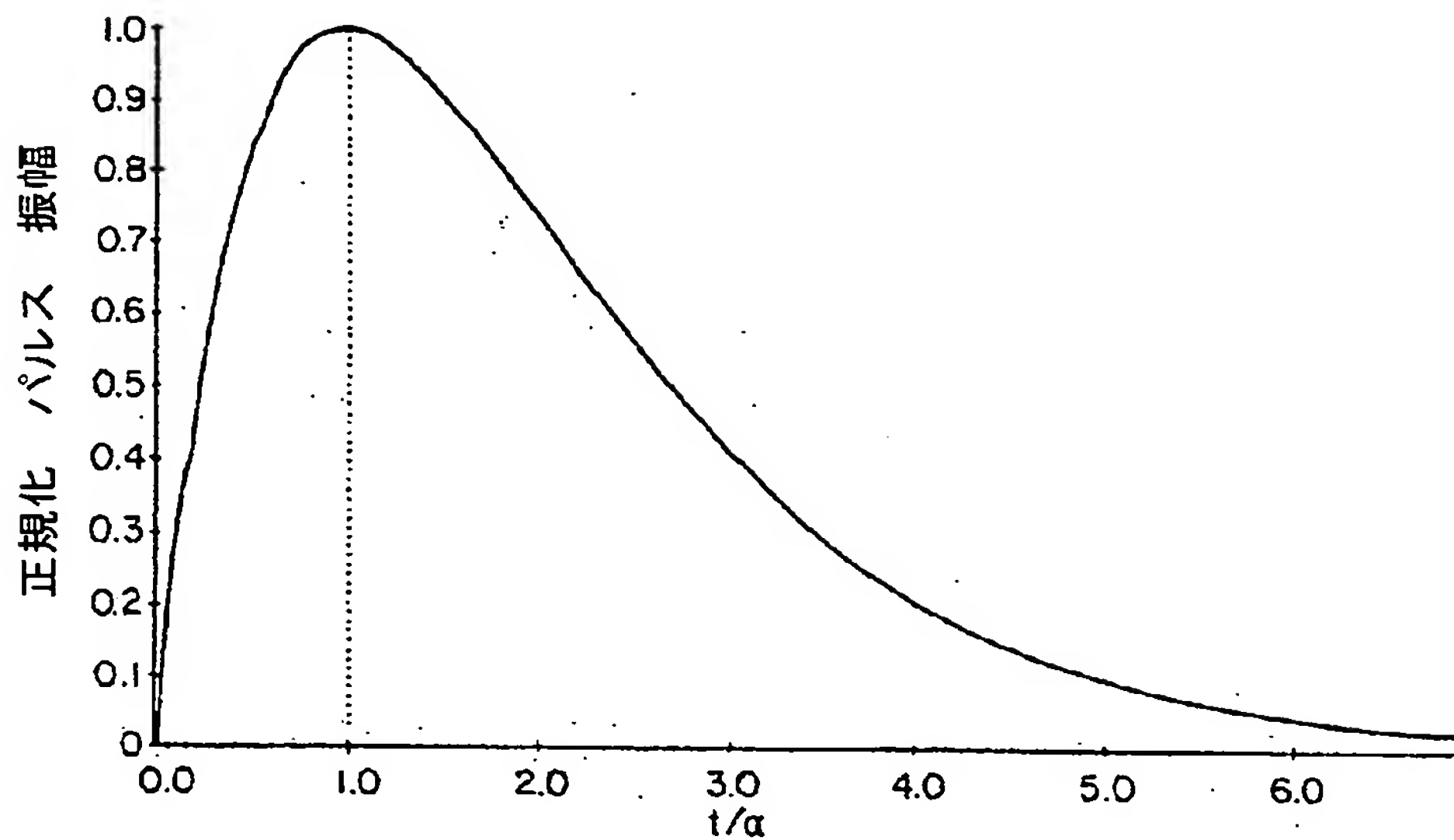
【図8】



【図9】

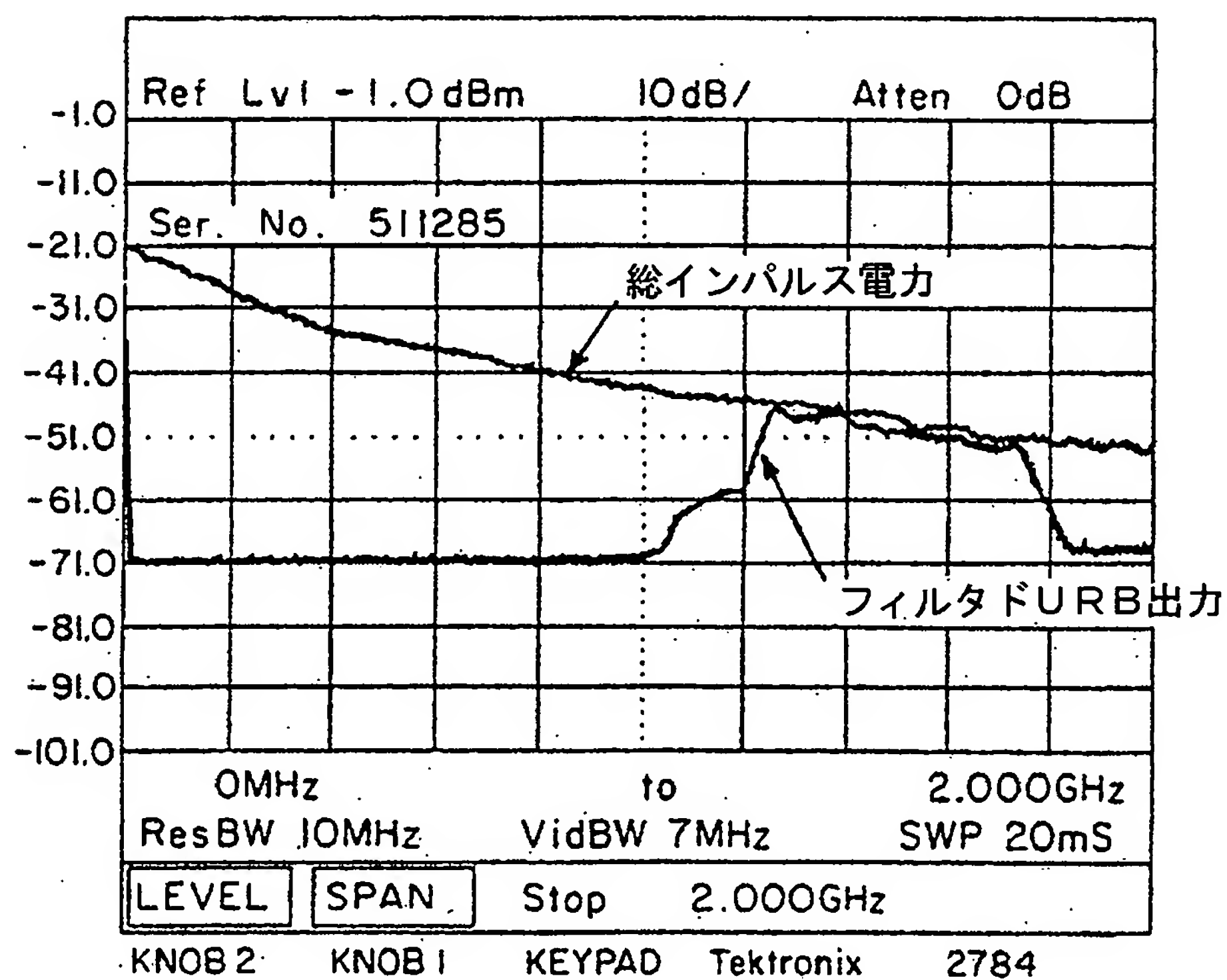


【図10】



従来技術

【図11】



【図 12 A】

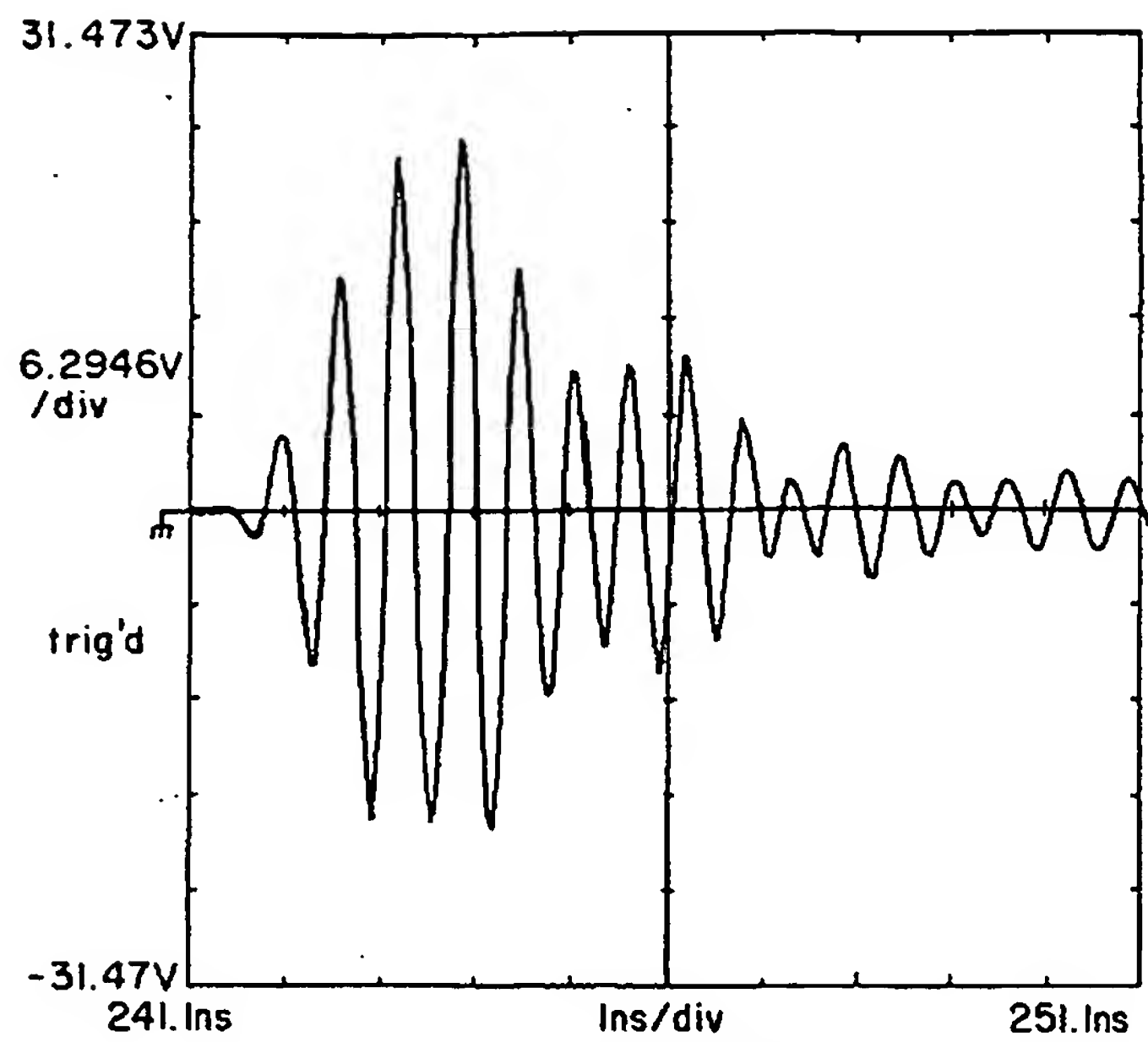


FIG. 12A

【図 12 B】

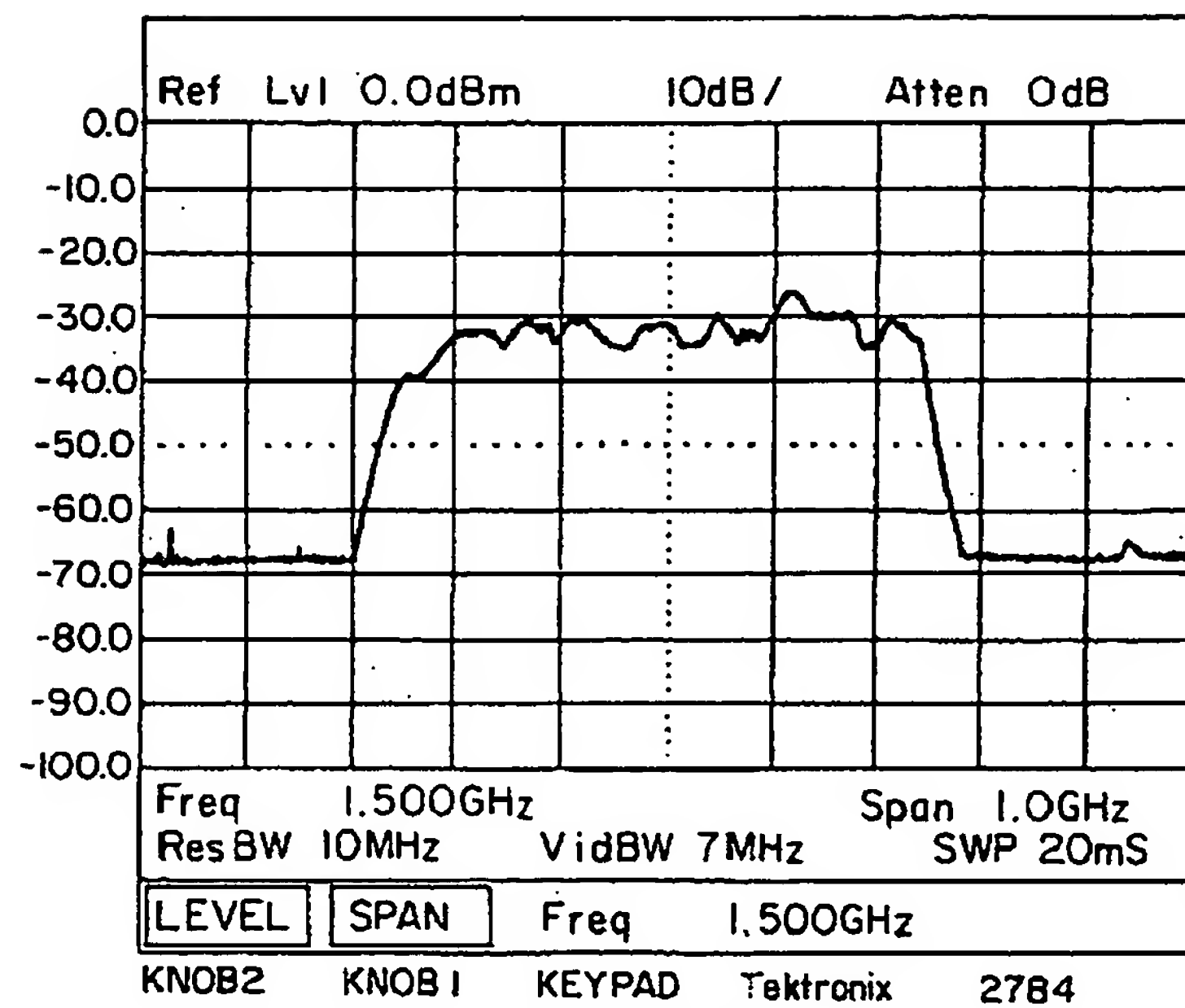


FIG. 12B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US99/27986

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(6) : H04L 27/04

US CL : 375/295, 130

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

U.S. : 375/130, 132, 139, 219, 295; 324/642; 342/13, 21, 27, 28, 159, 375; 455/ 91, 93, 103

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EAST

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5,521,600 A (MCEWAN) 28 May 1996, Fig. 1 and col. 2, lines 66-67.	32, 33, 35
Y	US 5,146,616 A (TANG et al.) 08 September 1992, Fig. 4.	32, 33, 35
A	US 4,427,982 A (CAPRIO) 24 January 1984, ALL	24-31
A	US 5,519,400 A (MCEWAN) 21 May 1996, ALL	1-63

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" documents defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" documents of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document published on or after the international filing date	"Y" documents of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" documents which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"G" documents members of the same patent family
"O" documents referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" documents published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search

22 FEBRUARY 2000

Date of mailing of the international search report

05 APR 2000

Name and mailing address of the ISA/US
Commissioner of Patents and Trademarks
Box PCT
Washington, D.C. 20231

Facsimile No. (703) 305-3230

Authorized officer

STEPHEN CHIN

Telephone No. (703) 305-4714

Form PCT/ISA/210 (second sheet)(July 1992)*

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW

(72)発明者 ラーリック, ジェイ, フレデリック
アメリカ合衆国 メリーランド 20906
シルヴァー・スプリング アトウッド・ロード 1317

Fターム(参考) 5K060 CC04 CC11 DD06 FF06 HH06
HH11 HH16 HH22 LL11 LL16
MM00

【要約の続き】

ティと、HF以下乃至ミリメータ波の周波数の拡張性、が可能である。